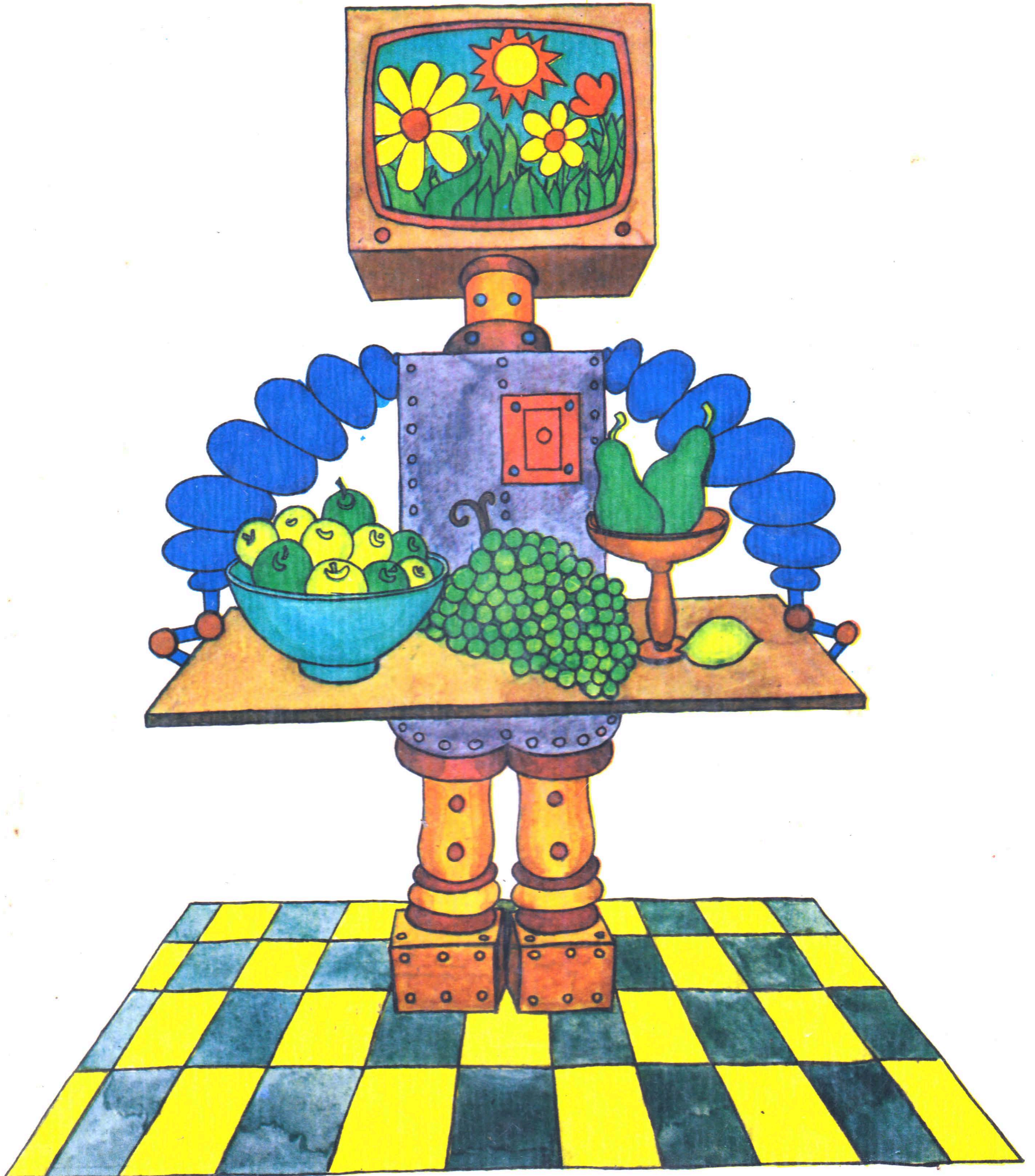
அலெக்சேய் கிரிலோவ்

அடுப்பு முதல் அணுஉலை வரை







விமானங்கள் ஏன் பறக்கின்றன?
கார்களும் இரயில்வண்டிகளும் எப்படி ஓடுகின்றன?
வீடுகளிலும் தொழிற்கூடங்களிலும் மின்சக்தியை ஏன் உபயோகிக்கிறோம்?
.நாம் உணவுண்பது ஏன்? எதற்காக?

அலெக்சேய் கிரிலோவ்

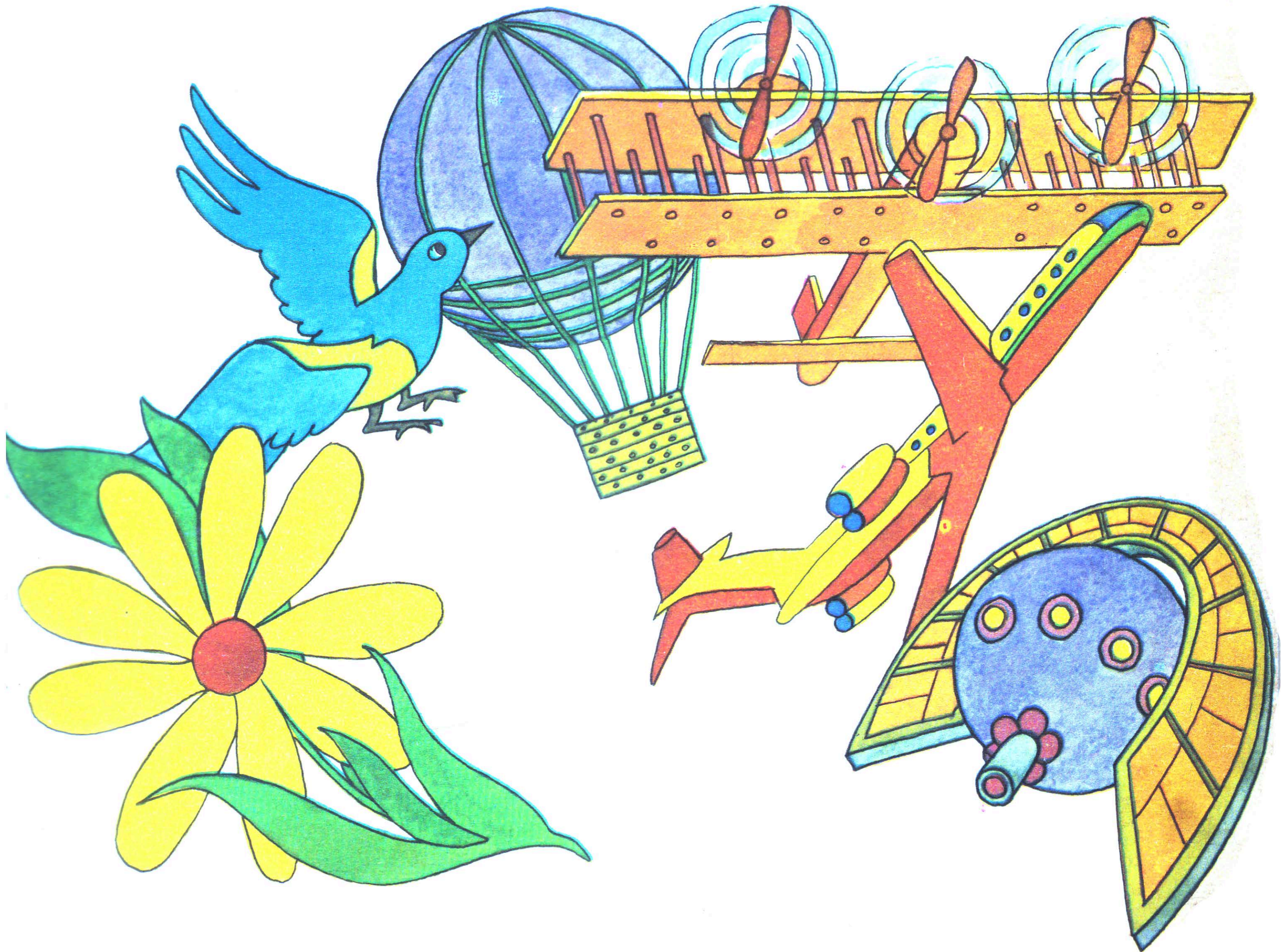
அடுப்பு முதல் அணுஉலை வரை

படங்கள்:

அந்திரேய் பிளத்தோனவ்

மொழிபெயர்ப்பு:

நா. தர்மராஜன் எம். ஏ.



А. Крылов

ОТ КОСТРА ДО РЕАКТОРА

На тамильском языке

A. Krylov

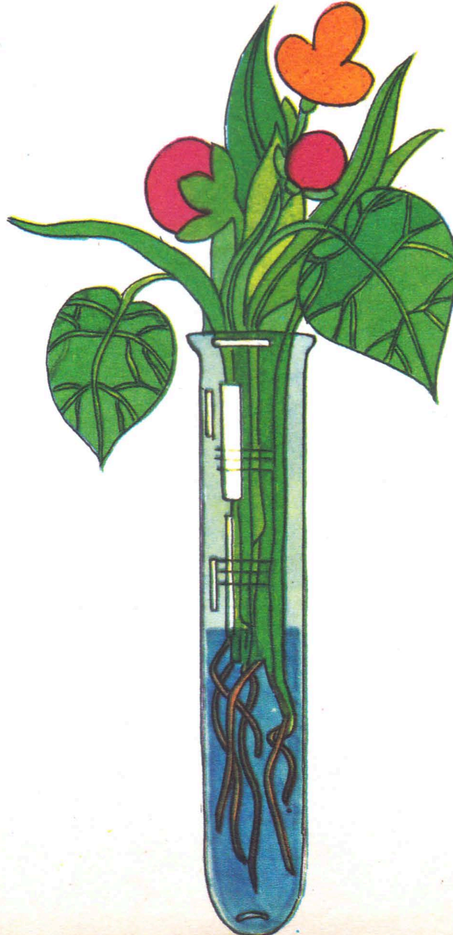
FROM THE BONFIRE TO THE REACTOR

In Tamil

சோவியத் நாட்டில் அச்சிடப்பட்டது

ISBN 5-05-000924-3

உள்ளடக்கம்




Al Fe_2O_3 H_2S
H_2O SO_2
C_6H_{14}
O H_2SO_4


H
Cu
Si

கண்ணுக்குத் தெரியாத பலம்

வீடுகள் எப்படிக் கட்டப்படுகின்றன என்பதை கவனித்திருக்கிறீர்களா? கட்டிடத் தொழிலாளர்கள் செங்கற்களை அல்லது சிமெண்டுப் பாளங்களை எடுக்கிறார்கள், அவற்றை மேலே தூக்குகிறார்கள், பொருத்தமான இடத்தில் வைக்கிறார்கள்; கட்டிடம் மேலே எழுகிறது.

செங்கற்களையும் வீடுகளையும் மனிதர்கள் செய்கிறார்கள். இந்த வேலையில் சிமெண்டைக் கலக்கும் இயந்திரங்கள், பாரந்தூக்கும் பொறிகள், லாரிகள் மனிதனுக்கு உதவி புரிகின்றன...

கட்டிடப் பொருள்களைத் தூக்குவதற்கும் ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்துக்குக் கொண்டு வருவதற்கும் உபயோகிப்பதற்கும் மனிதனுக்கும் இயந்திரங்களுக்கும் பலம் வேண்டும். ஆம், மிக அதிகமான பலம் வேண்டும்.

மனிதனுக்கு இந்த பலம் எங்கிருந்து கிடைக்கிறது? இக் கேள்விக்கு பதில் குழந்தைப் பருவத்திலிருந்தே உனக்குத் தெரியும். ''நன்றாகச் சாப்பிட வேண்டும்; இல்லாவிட்டால் நீ பலசாலியாக வளரமாட்டாய்'' என்று உன் தாயாரும் பாட்டியும் உன்னிடம் பல முறை சொல்லியிருப்பார்கள். அது முற்றிலும் உண்மைதான். மனிதன் உணவின் மூலமாகவே பலத்தைப் பெறுகிறான். அவன் உடலைக் கட்டுவதற்கு உதவுகின்ற ''செங்கற்களை'', ''கட்டிடப் பொருட்களை'' உணவு கொடுக்கிறது.

ஆனால் இயந்திரங்கள் தமது சக்தியை எங்கிருந்து பெறுகின்றன? அவற்றின் ''ஊட்டத்தின்'' ஆதாரம் எது? நாம் பின்வரும் ஆதாரங்களைக் குறிப்பிட முடியும்: வாயு, எண்ணெய், பெட்ரோல், நிலக்கரி, புல்கரி, மண்ணெண்ணெய் மற்றும் மின்சாரம்.

''சுவையான கட்லெட் அல்லது ஒரு டம்ளர் பால், ஒரு பீப்பாய் எண்ணெய் அல்லது மின்சாரத்தைப் போல எப்படி இருக்க முடியும்?'' என்று நீங்கள் கேட்பீர்கள். முதல் பார்வைக்கு அவை ஒரே மாதிரியாகத் தோன்றவில்லை என்பது உண்மையே. ஆனால் நீங்கள் ஒரு நிமிடம் அதைப் பற்றிச் சிந்தித்தால் அவற்றுக் கிடையில் ஏராளமான பொது அம்சங்கள் இருக்கின்றன என்று உணர்வீர்கள்.

கட்லெட், பால், வெண்ணெய் தடவிய ரொட்டி, பெட்ரோல், வாயு, மின்சாரம் ஆகிய அனைத்துமே பலத்தைத் தருகின்றன.

கண்ணுக்குத் தெரியாத பலத்துக்கு **சக்தி** என்று பெயர். எல்லாவற்றுக்கும் சக்தி அவசியம். எங்கும் சக்தி அவசியம். ஒரு இரயில் வண்டியைத் தயாரித்து அதை இயக்குவதற்கு, ஒரு சட்டையைத் தைப்பதற்கு, ஒரு கைப் பெட்டியைத் தயாரிப்பதற்கு, ஒரு ஏவுகணையைச் செலுத்துவதற்கு சக்தி அவசியம். உடல் குழாய்களில் இரத்தம் ஓடுவதற்கு, தசைநார்கள் பலமாக இருப்பதற்கு, தெளி

வாகச் சிந்திப்பதற்கு சக்தி அவசியம்...

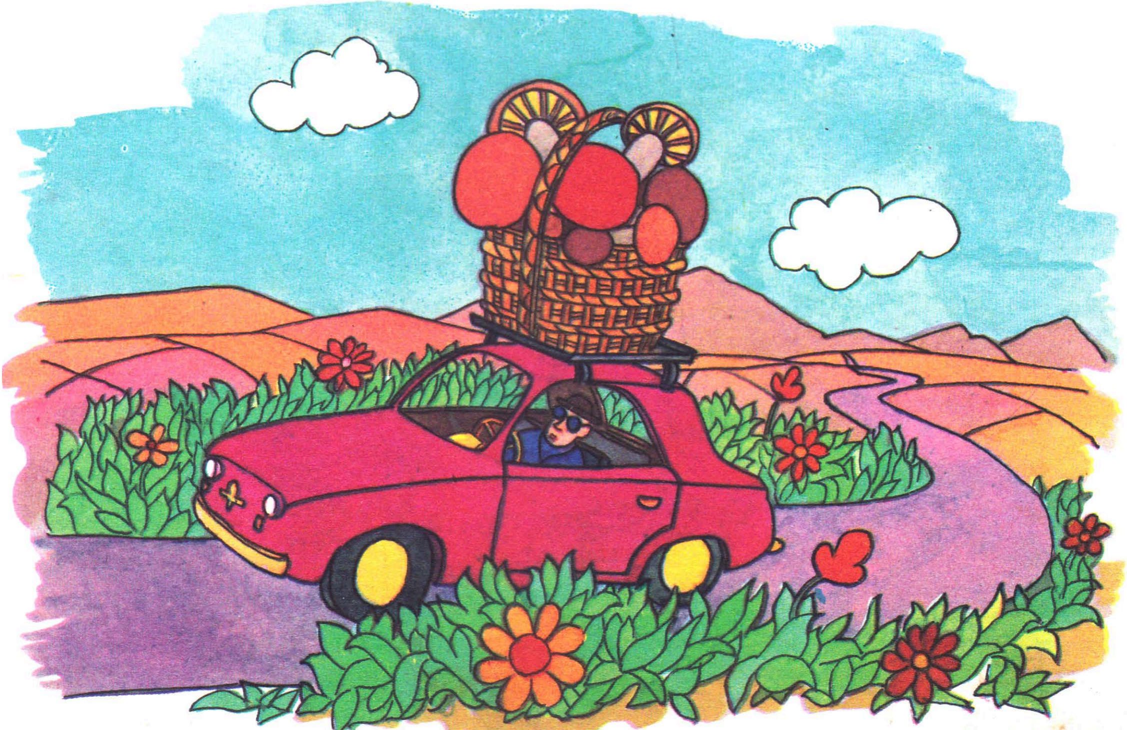
...நெடுங்காலத்துக்கு முன்பிருந்த நம்முடைய முன்னோர்களுடைய வாழ்க்கை கஷ்டமானதாக இருந்தது. அவர்களைச் சுற்றிலும் புரிந்துகொள்ள இயலாத, பகைமை நிறைந்த உலகம் இருந்தது.

மனிதனின் விரைவான கரங்களும் வேகமான கால்களுமே இந்தப் போராட்டத்தில் அவனுக்கு உதவி செய்தன என்று சொல்ல முடியாது. ஏனென்றால் அக்காலத்திலிருந்த பயங்கரமான விலங்குகளுக்கும் வேகமான கால்கள் இருந்தன. மனிதனுடைய கூர்மையான, விடாப்பிடியான அறிவு அவனுடைய முக்கியமான ஆயுதமாக இருந்தது.

...ஒரு மரத்தின் மீது இடி விழுந்து அது தீப் பற்றிக் கொள்கிறது.

ஒரு நாள் யாரோ ஒருவன் நெருப்புப் பிடித்த இடத்திலிருந்து தீக்கங்குகளை எடுத்துச் சென்று அவற்றின் மீது உலர்ந்த புல்லைப் போட்டான். அது தான் முதல் அடுப்பு. மனிதன் நெருப்பை அடக்கக் கற்றுக் கொண்டு விட்டான், பூமியிலுள்ள எல்லா விலங்குகளைக் காட்டிலும் அதிக பலமுடையவனாக மாறிவிட்டான்.

ஏன்? மனிதன் இப்பொழுது **சக்தியின் புதிய ஆதாரத்தைக்** கண்டுபிடித்துவிட்டான், பசியையும் இருளையும் காட்டு விலங்குகளையும் எதிர்த்த தன்னுடைய போராட்டத்தில் ஒரு பலசாலியான கூட்டாளியைப் பெற்று விட்டான்.







12 சக்தி என்றால் என்ன?

ஒரு உண்மையை நான் உடனே சொல்லிவிட முடியும். யாருமே சக்தியை ஒருபோதும் பார்த்ததில்லை. அதற்கு நிறம், சுவை, மணம் கிடையாது. ஒரு செங்கல்லைத் தொடுவதைப் போல அதைத் தொட முடியாது. சக்தியைப் ''பார்ப்பதற்கு'' ஒரே ஒரு வழிதான் இருக்கிறது—அது இயங்கும்பொழுதுதான் அதைப் பார்க்க முடியும்.

கண்களால் பார்க்க முடியாத சக்தியின் எல்லா இரகசியங்களும் இன்று நமக்குத் தெரியும்.

''வெறும் சக்தி'' என்று எதுவுமில்லை. **இரசாயன சக்தி, வெப்பச் சக்தி, இயந்திர சக்தி, மின் சக்தி, அணு சக்தி** என்று ஐந்து ரகங்கள் இருக்கின்றன.

இப்பொழுது நாம் அவற்றின் ''குணாம்சங்களை'' நுணுக்கமாக விவாதிக்கப் போவதில்லை. அவற்றைப் பற்றி உரிய இடங்களில் எழுதுவோம். அதுதான் இப்புத்தகத்தின் நோக்கம்.

இப்பொழுது நாம் அவற்றின் மிக முக்கியமான குணங்களையும் தன்மைகளையும் பற்றித் தெரிந்துகொள்வோம்.

அவற்றின் முதல் குணம், மிகவும் முக்கியமான குணம் நமக்குத் தெரிந்ததே. சக்தியின் எல்லா வடிவங்களும் ''உழைக்கின்றன''. ''சக்தி'' என்ற சொல் சென்ற நூற்றாண்டிலிருந்துதான் உபயோகிக்கப்படுகிறது. அதற்கு முன்னர் அதைக் குறிப்பதற்கு ''உழைப்பு'' என்ற சொல்லையே உபயோகித்தார்கள்.

சக்தியின் இரண்டாவது குணம் உண்மையில் மாயவித்தையைப் போன்றதே! சக்தியை ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்துக்கு மாற்ற முடியும். இரசாயன சக்தியை வெப்பச் சக்தியாக மாற்ற முடியும். வெப்பச் சக்தியை இயந்திர சக்தியாக மாற்ற முடியும். இப்படியே தொடர முடியும்.

மனிதர்கள் இந்த வியக்கத்தக்க பண்பை நெடுங்காலமாகப் பயன்படுத்தி வந்திருக்கிறார்கள். சக்தியின் வடிவங்களை மாற்றக் கூடிய பல இயந்திரங்களை அவர்கள் தயாரித்திருக்கிறார்கள்.

பல சமயங்களில் நாம் விரும்புகின்ற ''மாற்றத்தைக்'' கொண்டு வருவதற்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இயந்திரங்கள் அவசியமாக இருக்கின்றன. அவசியப்படுகின்ற பொழுது இயந்திரங்களை ''சங்கிலித் தொடராக'' அமைத்துக் கொள்ள முடியும். ''தொடர்'' ஓட்டப் பந்தயத்தில் குறுந்தடியை மாற்றிக் கொடுப்பதைப் போல ஒரு இயந்திரம் அடுத்த இயந்திரத்துக்கு சக்தியை மாற்றிக் கொடுக்கும். ஆனால் உண்மையான ''தொடர்'' ஓட்டப் பந்தயத்தில் குறுந்தடி ஒன்றுதான், ஓட்டக்காரர்கள் தான் மாறுகிறார்கள். ஆனால் இந்த ஓட்டப் பந்தயத்தில் ''ஓட்டக்காரர்கள்'' (இயந்திரங்கள்) மாறுகின்

றார்கள்; ''குறுந்தடி''யும் (சக்தி) மாற்றமடைகிறது. ஒவ்வொரு இயந்திரமும் முந்திய இயந்திரத்திடமிருந்து சக்தியை ஒரு வடிவத்தில் ''பெற்று'' அடுத்த இயந்திரத்துக்கு அதை வேறுவடிவத்தில் மாற்றிக் கொடுக்கிறது.

இத்தகைய சங்கிலி நிகழ்வுகளை மின்சார நிலையங்களில், கப்பல்களில் இன்னும் பல இடங்களில் பார்க்க முடியும்.

அநேகமாக சக்தியின் எல்லா வடிவங்களும் இயந்திர சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றன; ஏனென்றால் சக்தியின் இந்த வடிவமே மனிதர்களுக்கு மிகவும் அவசியமாக இருக்கிறது. இயந்திர சக்தி இரயில்களைத் தண்டவாளங்களின் மேல் ஓடச் செய்கிறது, விமானங்களை வானத்தில் பறக்கச் செய்கிறது, சட்டைகளைத் தைக்கிறது, கார்களையும் மண்ணைத் தோண்டும் இயந்திரங்களையும் தயாரிக்கிறது. நம்முடைய இருதயங்களின் இயந்திர சக்தியினால் உடம்பிலுள்ள இரத்தக் குழாய்களில் இரத்த ஓட்டம் நடைபெறுகிறது, தசைநார்களின் சக்தியைக் கொண்டு நாம் நடக்கவும் எழுதவும் உழைக்கவும் முடிகிறது.

நல்லது. ஒரு இயந்திரம் இயங்குகிறது, ஒரு சட்டை தைக்கப்பட்டுவிட்டது. இந்த வேலையில் நமக்கு உதவி செய்த சக்தி எங்கே போய்விட்டது? அது மறைந்துவிட்டதா? அது இயந்திரத்தின் உறுப்பாக, சட்டையாக அல்லது வேறு ஏதேனும் ஒன்றாக மாறிவிட்டதா? இல்லை, இவற்றில் எந்த ஒன்றாகவும் அது மாறவில்லை.

நாம் சக்தியை என்ன செய்தாலும், சக்தி எப்பொழுதும் சக்தியாகவே இருக்கிறது. அது ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்துக்கு மாற்றமடைவது மட்டுமே சாத்தியம்.

சக்தி உருக்குப் பொருட்களைத் தயாரிக்கிறது, சரக்குகளைத் தூக்கிச் செல்கிறது, தொலைக்காட்சிப் பெட்டியில் படத்தைக் காட்டுகிறது. இப்படி மனிதனுக்கு உதவி செய்த பிறகு அது வெப்பமாக, **வெப்பச் சக்தியாக** மாறுகிறது.

ஒரு உதாரணம்: ஒரு இரயில் இஞ்சின் தனக்குப் பின்னால் பல பெட்டிகளை இழுத்துக் கொண்டு விரைந்து செல்கிறது. அது வேகமாக ஓடும்பொழுது காற்றோடு தலை தெறிக்க மோதுகிறது, வண்டிப் பெட்டிகளின் பக்கங்களிலும் கூரையிலும் காற்று வேகமாக அடித்து உராய்வை ஏற்படுத்துகிறது. இது வண்டியின் ஓட்டத்துக்குத் தடையாக இருக்கிறது. இருப்புப்பாதைகளின் மீது ஓடுகின்ற பொழுது இரயில் வண்டிச் சக்கரங்களும் உராய்வை ஏற்படுத்துகின்றன. இரயில் வண்டி அநேகமாகத் தன் சக்தி முழுவதையும் இந்த உராய்வில் இழந்துவிடுகிறது.

ஆனால் உராய்வு வெப்பத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இதை எடுத்துக் காட்டுவது மிகவும் சுலபமே. இரண்டு உள்ளங்கைகளையும் ஒன்றாகச் சேர்த்து வேகமாகத் தேய்த்துப் பாருங்கள். வெப்பம் ஏற்படுவதை

உடனடியாக உணர முடியும்.

அப்படியானால் இரயில் வண்டி தண்டவாளங்களின் மீது ஓடு கின்ற பொழுது இருப்புப் பாதைகளையும் காற்றையும் சூடாக்கு கிறது என்பது இதன் அர்த்தமா? ஆம், அப்படித்தான் சூடாக்கு கிறது. அந்த வெப்பம் மேற்காற்று மண்டலத்துக்கும் அதற்கும் மேலேயுள்ள அண்டவெளிக்கும் போகிறது.

இதே நிகழ்வு கார்வண்டியிலும் ஏற்படுகிறது. நெடும் பிரயாணத் துக்குப் பிறகு கார்வண்டியின் சக்கரங்களைத் தொட்டுப் பாருங்கள். அவை மிகவும் சூடாக இருக்கும்!

அப்படியானால் என்ன நடக்கிறது? பூமி அண்டவெளியைச் ‘‘சூடாக் குகிறதா’’? ஆம், அப்படியே.

ஆனால் அண்டவெளி பூமியிலிருந்து சக்தியைப் பெறுவதோடு நிற்கவில்லை. அது தன்னுடைய சூரிய சக்தியை நமக்குக் கொடுக் கிறது. தாவரங்கள் இதைச் சேகரித்து இரசாயன சக்தியாக மாற்று கின்றன. எப்படியும் தாவரங்கள் அழியத்தான் வேண்டும். அவற்றின் மிச்சங்கள் வாயு, எண்ணெய், நிலக்கரி மற்றும் புல்கரியாக மாற்ற மடைகின்றன.

இன்று பூமியில் சக்தியின் மிக முக்கியமான பிறப்பிடம் எரி பொருளே. அல்லது இன்னும் துல்லியமாகச் சொல்வதென்றால், இதுவரை அதுதான் மிக முக்கியமான பிறப்பிடம்.

எரிபொருளை உபயோகிப்பதன் மூலம் அநேகமாக நமக்குத் தேவை யான சக்தி முழுவதையும் நாம் பெறுகிறோம். மின்சார நிலையங் களின் பாய்லர் அறைகளில், கார்வண்டிகள், கப்பல்கள் மற்றும் விமானங்களின் இஞ்சின்களில், உருக்கு உலைகளில், இராக்கெட்டு களில் வருடந்தோறும் எரிக்கப்படுகின்ற எரிபொருள் கருங்கடலி லுள்ள தண்ணீர் முழுவதையும் சூடாக்குவதற்குப் போதுமான வெப்பத்தை உற்பத்தி செய்கிறது.







18 வெப்பம் எப்படி நமக்காக உழைக்கிறது?

நெடுங்காலத்துக்கு முன்பு இது நடைபெற்றது. அடுப்பில் நெருப்பு நன்றாக எரிந்து கொண்டிருந்தது. அதற்கு முன்பாக ஒரு சிறுவன் உட்கார்ந்து பார்த்துக் கொண்டிருந்தான். அடுப்பின் மீதிருந்த பானையில் தண்ணீர் கொதித்துக் கொண்டிருந்தது. பானையிலிருந்து நீராவி வெளியேறத் துடித்துக் கொண்டிருந்தது. பானையின் மூடி சற்று மேலே எழும்பும், நீராவி வெளியேறும். உடனே மூடி கீழே மூடிவிடும்.

''மூடி ஏன் இப்படிக் குதிக்கிறது?'' என்று அந்தச் சிறுவன் சிந்தித்தான். அவன் ஒரு துணியை எடுத்து அந்த மூடியைப் பானையுடன் சேர்த்து இறுக்கிப் பிடிக்க முயற்சி செய்தான். ஆனால் அவனால் மூடியை அமுக்க முடியவில்லை. ஏதோ ஒரு சக்தி அந்த மூடியை மேலே தள்ளிக் கொண்டிருந்தது. அந்தச் சிறுவனுடைய பெயர் ஜேம்ஸ் வாட்.

ஜேம்ஸ் வாட் பதினாறு வயதை அடைந்த பொழுது ஒரு பட்டறையில் வேலை செய்யத் தொடங்கினான். அங்கே பம்புகள், நீராவி இயந்திரங்கள், தறிகள் பழுது பார்க்கப்பட்டன. அவன் திறமையான தொழிலாளி என்று பெயரெடுத்தான். அவன் ஒரு அற்புதமான நீராவி இஞ்சினைச் செய்வதற்குத் திட்டமிட்டான்.

அந்த இஞ்சின் மூன்று மூடிகளைக் கொண்ட உலோகப் பாத்திரத்தைப் போல இருந்தது. அதில் இரண்டு மூடிகள் இறுக்கமாக அடைக்கப்பட்டிருந்தன. மூன்றாவது மூடி, அதாவது உள் மூடி ஒரு பிஸ்டன் வடிவத்தில் இருந்தது. தூக்கிக் கொள்வதற்கும் மூடிக்கொள்வதற்கும் அதற்குத் தடை இல்லை. பிஸ்டனுக்கு மேலே அல்லது கீழே இருக்கும் துவாரங்களின் வழியாக நீராவி சிலிண்டருக்குள் நுழையும். அந்தப் பிஸ்டனை மேலே அல்லது கீழே சுழற்றும். அந்த பிஸ்டன் ஒரு பம்ப்புடன் அல்லது கடைசல் இயந்திரத்துடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும். பிஸ்டன் இயங்கும்பொழுது பம்ப் வெலை செய்யத் தொடங்கும் அல்லது கடைசல் இயந்திரம் சுழலத் தொடங்கும்.

ஜேம்ஸ் வாட்டின் இஞ்சின் ''நீராவி யுகம்'' தொடங்கிவிட்டதைக் குறித்தது. பாக்டரிகளின் புகைபோக்கிகள் புகையைக் கக்கின. முதல் நீராவிக் கப்பல்கள் தயாரிக்கப்பட்டன; அவை ஆறுகளிலும் கடல்களிலும் மிதந்து சென்றன. அவை சாதகமான காற்றுக்காக இனிமேல் காத்திருக்க வேண்டியதில்லை. பாய்கள் இல்லாமல் கப்பல்கள் எங்கும் போவதற்கு நீராவி இஞ்சின்கள் உதவி செய்தன.

நீராவி இஞ்சின்களைக் கொண்ட முதல் இரயில் வண்டிகள் இருப்புப் பாதைகளில் வேகமாக ஓடின. நூறு குதிரைகள் ஒன்று சேர்ந்து இழுப்பதைக் காட்டிலும் அதிகமான சுமையை இவை இழுத்துச் சென்றன. நீராவி வண்டி கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. உலகம் மனிதர்களின் கண்களுக்கு முன்னால் மாறியது.

ஒரு நாள் பிரெஞ்சு சக்கரவர்த்தி நெப்போலியன் சாதாரண
உடையணிந்த ஒரு இளைஞருக்குப் பேட்டி கொடுத்தார். அவர்
பாய்கள் மற்றும் உயரமான பாய் மரங்கள் இல்லாத ஒரு அசாதார
மான கப்பலின் வரைபடங்களை அவரிடம் காட்டி விளக்கினார்.
அந்தக் கப்பலின் நடுப் பகுதியில் ஒரு உயரமான குழாய் மட்டுமே
இருந்தது. அதிலிருந்து புகை கறுப்பு மேகங்களைப் போல வெளி
வந்தது. அந்தக் கப்பலின் பக்கங்களில் மாபெரும் சக்கரங்கள் இருந்
தன. அந்தக் கப்பல் அக்காலத்துக்கு மிகவும் அவலட்சணமாகத்
தோன்றியது. நெப்போலியன் அந்த இளைஞருடைய விளக்கத்
தைக் கேட்காமல் வெளியே விரட்டினார். இதற்குப் பன்னிரண்டு
வருடங்களுக்குப் பிறகு பிரெஞ்சு சக்கரவர்த்தி ஸெண்ட் ஹெலெனா
தீவுக்கு நாடுகடத்தப்பட்டபொழுது அவர் பிரயாணம் செய்து
கொண்டிருந்த கப்பலின் வலது பக்கத்தில் ஒரு புதுமாதிரியான கப்
பல் வருவதைப் பார்த்தார்... அது என்ன என்று உங்களால் ஊகிக்க
முடியுமா? உயரமான புகைபோக்கிக் குழாய், பக்கங்களில் மாபெரும்
இயந்திரங்களைக் கொண்ட அதே கப்பல்தான். நெப்போலியனின்
தீவிர எதிரியான பிரிட்டனுடைய கொடி அந்தக் கப்பலின் மீது
கம்பீரமாகப் பறந்து கொண்டிருந்தது. அந்தக் கப்பலின் வரை
படங்களைத் தயாரித்த புல்டன் நெப்போலியனைப் பார்த்த பிறகு
நேரடியாக இங்கிலாந்துக்குச் சென்றார். அங்கே அவருடைய கண்டு
பிடிப்பு உடனடியாகப் பாராட்டப்பட்டது...

ருஷ்யாவில் யெஃபீம் செரெபானோவ், அவருடைய மகன் மிரோன்
செரெபானோவ் என்னும் பெயருடைய இரண்டு சிறந்த பொறியி
யலாளர்கள் நீராவி இஞ்சின்களைத் தயாரித்தார்கள். அந்த இஞ்
சின்கள் முதலில் சுரங்க வயல்களிலும் பட்டறைகளிலும் உபயோ
கிக்கப்பட்டன. ருஷ்யாவில் நீராவி இஞ்சினால் இழுத்துச் செல்லப்
படுகின்ற முதல் இரயில் வண்டி அமைப்பு யூரல் பிரதேசத்தில்
1834இல் ஏற்படுத்தப்பட்டது.

ஜேம்ஸ் வாட்டின் இயந்திரத்தைக் காட்டிலும் சிறந்த இயந்திரம்
ஒரு நூற்றாண்டுக்காலம் வரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. அதற்குப்
பிறகு ஒரு நாள் பின்வரும் நிகழ்ச்சி நடைபெற்றது.

இங்கிலாந்தில் கடலில் கப்பல் அணிவகுப்பு நடைபெற்றது. கப்பல்
கள் வரிசையாக நின்றன; கப்பல் குழுவினர் மேல்தளத்தின் மீது
நின்றனர். அந்த நேரத்தில் ஒரு சிறிய கலம் அநுமதியில்லாமல்
அவற்றுக்கு முன்னால் வந்தது. அந்தச் சிறு கலத்தை விரட்டிப்
பிடித்து துறைமுகத்துக்குள் ஓட்டும்படி அட்மிரல் உத்தரவு கொடுத்
தார். மிகவும் வேகமான ஒரு கப்பல் அதைப் பிடிப்பதற்குச் சென்
றது, ஆனால் அந்தச் சிறு கலம் சுலபமாகத் தப்பிவிட்டது. இதை
யாரும் எதிர்பார்க்கவில்லை.

அந்தக் கப்பலின் காப்டன் சார்ல்ஸ் பார்சன்ஸ் என்ற பெயரு
டைய பொறியியலாளர். அவர் தன்னுடைய கலத்தில் நீராவி டர்பைன்
என்ற புதியரக இயந்திரத்தைப் பொருத்தியிருந்தார்.

நீராவி இஞ்சின் பம்ப்பைப் போன்றது—அது மேலும் கீழுமாக, மேலும் கீழுமாக இயங்கும். ஆனால் டர்பைன்* சுற்றிலும் கத்திகள் சொருகப் பட்டிருக்கின்ற பம்பரத்தைப் போன்றது. அதில் துவாரத்தில் முடிகின்ற குழாயின் வழியாக நீராவி செலுத்தப்படுகிறது. அது சிறகுகளின் மீது வேகமாகப் பாயும்பொழுது டர்பைன் சுழல்கிறது.

பார்சன்ஸ் இந்தப் ''பம்பரத்தைப்'' பக்கவாட்டில் வைத்து அதன் சிறகு மீது ஒரு ஸ்குரூ புரொபெல்லரை இணைத்தார். டர்பைன் சுழலும்பொழுது ஸ்குரூ புரொபெல்லரும் சுழல்கிறது; அந்த இயக்கத்தில் கலம் வேகமாகப் போகிறது.

இன்று கப்பல்களில் மட்டும் டர்பைன்கள் உபயோகிக்கப்படவில்லை. அவை மின்சார உற்பத்தி நிலையங்களில் முக்கியமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன; அங்கே வெப்பம் மின்சாரமாக மாற்றப்படுகிறது.

இன்னொரு வகையான இஞ்சின் ஒரு நூற்றாண்டுக்கு முன்னால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதன் சக்தியும் எரிபொருளிலிருந்துதான் கிடைத்தது. ஆனால் இந்த எரிபொருள் நீராவி பாய்லரின் அடுப்பில் எரிக்கப்படவில்லை. அதற்கு மாறாக, எரிபொருள் இஞ்சினிலேயே எரிக்கப்பட்டது. எனவே இது உள் எரியும் இஞ்சின் என்று சொல்லப்பட்டது.

இந்த இஞ்சினில் சிலிண்டரும் பிஸ்டனும் இருக்கின்ற படியால இது நீராவி இஞ்சினைப் போன்றதே. ஆனால் இதற்கு நீராவி, பாய்லர் அல்லது அழுத்தமான நீராவிக் குழாய்கள் அவசியமல்ல. இது பின்வரும் முறையில் இயங்குகிறது.

திரவ எரிபொருள்—எண்ணெய் அல்லது பெட்ரோல்—சிலிண்டருக்குள் செலுத்தப்படுகிறது, அங்கே அது தீ பற்றிக் கொண்டு சூடான, செந்நிற வாயுக்களை வெளிவிடுகிறது. அவை பிஸ்டனை அழுத்தி இயக்குகின்றன. பிஸ்டன் சிறகைச் சுழற்றுகிறது, அதனுடன் சக்கரம் அல்லது ஸ்குரூ புரொபெல்லர் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

ருடால்ஃப் டீசல் என்ற ஜெர்மானியப் பொறியியலாளர் இந்த இஞ்சினைக் கண்டுபிடித்தார். செயின்ட் பீட்டர்ஸ்பர்கிலிருந்த ''ருஷ்ய டீசல்'' தொழிற்சாலையைச் சேர்ந்த தொழிலாளர்களும் பொறியியலாளர்களும் இதே சமயத்தில் தாங்களாகவே ஒரு இஞ்சினைத் தயாரித்தார்கள். அது அளவில் சிறியதாகவும் குறைந்த எடையுள்ளதாகவும் இருந்தது. அது மலிவான எரிபொருளான, எண்ணெயில் இயங்கியதென்பது மிக முக்கியமாகும்.

இன்று போக்குவரத்துத் துறையில் உள் எரியும் இஞ்சின் ரகமே மிகவும் அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. உன்னைச் சுற்றிலும் நன்றாகப் பாருங்கள். ஆறுகளிலும் கடல்களிலும் மோட்டார் கப்பல்

* டர்பைன் என்ற சொல்லுக்கு இலத்தீன் மொழியில் ''பம்பரம்'' என்று பொருள். —மொ-ர்.

கள் செல்கின்றன. இருப்புப் பாதைகளில் டீசல் இரயில்கள் ஓடுகின்றன. வானத்தில் ஹெலிகாப்டர்களும் சிறிய, விரைவான விமானங்களும் பறக்கின்றன. வயல்களில் இயந்திரக் கலப்பைகளும் அறுவடை இயந்திரங்களும் வேலை செய்கின்றன. இந்த எளிமையான, நம்பகமான இஞ்சினின் உதவியினால் நிலத்தில், வானத்தில், கடலில் பல விதமான போக்குவரத்துச் சாதனங்கள் இயங்குகின்றன.

இன்றுள்ள கார்வண்டியின் ''தாத்தா'' பிரான்சில் இருநூறு வருடங்களுக்கு முன்னர் தயாரிக்கப்பட்டது. அதில் நீராவி இஞ்சினும் பாய்லரும் பொருத்தப்பட்டன. அதன் முதல் சோதனைப் பயணம் பாரிசில் மிகவும் கோலாகலமான முறையில் நடைபெற்றது. காருக்கு முன்னால் போலீஸ்காரர்கள் ஓடிச் சென்று தெருக்களில் நின்று கொண்டிருப்பவர்களை விலகிப்போகும்படி உத்தரவிட்டார்கள். அவர்களுக்குப் பின்னால் புகை, நீராவி மேகத்துக்கு நடுவில் டிரைவர் காரை ஓட்டிக் கொண்டு வந்தார். காருக்குப் பின்னால் வண்டிகள் தண்ணீர்ப் பீப்பாய்களையும் நிலக்கரிப் பெட்டிகளையும் கொண்டு வந்தன. பத்து நிமிடங்களுக்கு ஒரு முறை ஊர்வலம் நிற்கும்; அடுப்பில் நிலக்கரியும் பாய்லரில் தண்ணீரும் கொட்டப்படும். பிறகு ஊர்வலம் மறுபடியும் புறப்படும். இப் பயணம் அதிக நேரம் நடைபெறவில்லை. கார் ஓட்டியினால் இயக்கும் சக்கரத்தைக் கட்டுப்படுத்த முடியவில்லை. கார் ஒரு சுவரின் மீது மோதி வெடித்தது. நிக்கொலா குஞ்யோ தயாரித்த இந்தக் கார்வண்டி இன்று பழுது பார்க்கப்பட்டுப் பாரிசிலுள்ள போக்குவரத்து மியூசியத்தில் முக்கியமான காட்சிப் பொருளாக வைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

உண்மையான கார்வண்டி முதன் முறையாக 1886இல் தயாரிக்கப்பட்டது. கோத்லிப் டைம்லெர் என்ற ஜெர்மானியப் பொறியியலாளர் தன் கரங்களினாலேயே இக் காரைத் தயாரித்தார். அவருடைய வரைபடத்தின்படித் தயாரிக்கப்பட்ட, பெட்ரோலில் இயங்குகின்ற இஞ்சின் ஒரு சாதாரண வண்டியில் பொருத்தப்பட்டது.

ருஷ்யக் கடற்படை அதிகாரியான காப்டன் மழாய்ஸ்கி முதல் ஆகாயவிமானத்தைத் தயாரித்தார். ஆனால் அது பறக்க முடியாத அளவுக்கு அதிகமான எடையுள்ளதாக இருந்தது. அதன் நீராவி இஞ்சின் மிகவும் கனமாக இருந்தபடியால் அந்த விமானம் சக்தியைத் திரட்டிக் கொண்டு ஆகாயத்தில் சில தடவைகள் எம்பிக் குதிக்க மட்டுமே முடிந்தது. நீராவி இயந்திரத்தை உபயோகித்து வெகு தூரம் பறக்க முடியாது, விமான இஞ்சின் எடைக்குறைவாகவும் சக்தி மிக்கதாகவும் இருக்க வேண்டும் என்பதை மழாய்ஸ்கி புரிந்து கொண்டார்.

பெட்ரோல் இஞ்சின் பொருத்தப்பட்ட ஆகாயவிமானம் 1902இல் பறந்தது. ஆர்வில் ரைட், வில்பர் ரைட் என்ற சகோதரர்கள் இதைத் தயாரித்தார்கள். அவர்கள் அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த இளம் பொறியியலாளர்கள். அவர்களுடைய முதல் வானப் பயணம் தோல்வியில் முடிந்தது. அந்த விமானத்தை ஓட்டிய வில்பர் விமானத்தின்





மூக்கை மிகவும் அதிகமாகத் திருப்பிவிட்டார். விமானம் வேகங் குறைந்து கீழே விழுந்து நொறுங்கியது. அதிர்ஷ்டவசமாக ஒரு வருக்கும் காயமேற்படவில்லை. இரண்டு வாரங்களுக்குப் பிறகு ஆர்வில் விமானத்தின் சிறகின் மேல் படுத்துக் கொண்டார். இம் முறை அவரால் விமானத்தின் வேகத்தை முறைப்படுத்த முடிந்தது. இஞ்சின் இயங்கியதும் விமானம் தரையில் ஓடிச்சென்று மேலே ஏறியது. இப் பயணம் 17 செகண்டுகள் மட்டுமே நீடித்தது என்பது உண்மையே...

உள் எரியும் இஞ்சின் அதன் ''பாட்டியான'' நீராவி இஞ்சினி டமிருந்து ஒரு குறையைப் பெற்றிருக்கிறது. உள் எரியும் இஞ்சி னிலும் நீராவி இஞ்சினிலும் பிஸ்டன்கள் மேலும்-கீழும், மேலும்-கீழும் இயங்குகின்றன; அவை இப்படி இயங்கும் பொழுது இஞ்சின் ஆடுகின்றது. இஞ்சின் மிகவும் சக்திவாய்ந்ததாக இருந்தால் அது இன்னும் அதிகமாகவே ஆடுகின்றது. பிஸ்டன்களின் அடிகளில் இஞ்சின் நொறுங்கிப் போவதுகூட சாத்தியமே.

ஆனால் டர்பைன்களில் ஓங்கியடிக்கின்ற பிஸ்டன்கள் கிடை யாது. டர்பைன் நொறுங்கிப் போகின்ற ஆபத்தும் இல்லை. எனவே டர்பைன்கள் மிகவும் பலமானவையாக, சக்திவாய்ந்தவையாக இருக்க முடியும்.

இதை சமீப காலத்தில் லெனின்கிராடு உலோகத் தொழிற்சாலை நடைமுறையில் எடுத்துக் காட்டியது. அங்கே மிகவும் அசாதாரண மான நீராவி டர்பைனைத் தயாரித்தார்கள். ருஷ்யாவில் 1917ஆம் வருடப் புரட்சிக்கு முன்னர் உபயோகிக்கப்பட்ட எல்லா டர்பைன் களையும் காட்டிலும் இது அதிகமான சக்தியைக் கொண்டிருந்தது.

பொறியியலாளர்கள் இந்தப் பிரச்சினையைப் பற்றிப் பின்வரும் முறையில் சிந்தித்தார்கள். உள் எரியும் இஞ்சின் எடைக் குறைவாக வும் எளிமையாகவும் இருக்கிறது, எனவே அது மிகவும் சக்தியுள்ள தாக இருக்க முடியாது. இதற்கு மாறாக டர்பைன் அற்புதமான இயந்திரம்; ஆனால் அதற்கு ஒரு பாய்லர் அவசியம். நவீன நீராவி பாய்லர் ஐந்து மாடிக் கட்டிடத்தைப் போல உயரமாக இருக்கிறது. அதற்குக் குளிர்பதன அமைப்பு, பைப்புகள், பம்ப்புகள் மற்றும் இதரவையும் அவசியம்...

''உள் எரியும் இஞ்சினின் எடைக்குறைவையும் எளிமையையும் டர்பைனுடைய சக்தியுடனும் வேகத்துடனும் இணைக்க முடியுமா?'' என்று பொறியியல் நிபுணர்கள் சிந்தித்தார்கள். ''சூடான வாயுக் கள் பிஸ்டனை இயக்குவதற்குப் பதிலாக 'பம்பரத்தைச்' சுழற்றட் டுமே''. ஆகவே இப்படிப்பட்ட ஒரு இஞ்சின் சோவியத் யூனியனில் 1939இல் தயாரிக்கப்பட்டது. அதற்கு வாயு டர்பைன் என்று பெயரிடப்பட்டது.

வாயு டர்பைன் நீராவி டர்பைனைப் போன்றதுதான்; ஆனால் அது நீராவியினால் இயக்கப்படவில்லை, தொடர்ச்சியாக வருகின்ற சூடான வாயுவின் மூலம் இயங்குகிறது.

இது மிகவும் எடைக்குறைவான, சக்திவாய்ந்த, வேகமான இஞ்சின். இது விமானங்களுக்கு மிகவும் உபயோகமானது. இப்பொழுது அநேகமாக எல்லா விமானங்களிலும் வாயு டர்பைன்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

நீங்கள் எப்பொழுதாவது துப்பாக்கியை உபயோகித்திருந்தால் சுட்டவுடனே அதன் கட்டை தோளை இடிப்பதை உணர்ந்திருப்பீர்கள். இதற்கு ''எதிர்த்தாக்கு'' என்று பெயர். அது எப்படி ஏற்படுகிறது? நீங்கள் விசையைத் தட்டியவுடனே சுத்தியல் பிஸ்டனில் மோதுகிறது. அந்த அடியில் ஒரு தீப்பொறி பிறக்கிறது, அது தோட்டாவிலிருக்கும் வெடிமருந்தைப் பற்றவைக்கிறது. வெடிமருந்தில் தீப்பிடிக்கும்பொழுது வெளியேறுகின்ற வாயுக்கள் குண்டின் பின்பகுதியைத் தாக்குவதுடன் ''எல்லாத் திசைகளிலும்'' சிதறடிக்கின்றன. துப்பாக்கியின் குழாயிலிருந்து குண்டு பாய்கிறது; துப்பாக்கியைச் சுட்டவருடைய தோளில் இடிக்கிறது. துப்பாக்கியையும் துப்பாக்கியைச் சுடுபவரையும் தாக்குகின்ற விசையை எதிர்த்தாக்கும் விசை என்கிறோம்.

தோட்டாவிலிருந்து குண்டை எடுத்துவிட்டு வெத்துத் தோட்டாவைச் சுட்டால் என்ன நடைபெறும்? எதிர்த்தாக்குதல் ஏற்படுமா? ஆம். நீங்கள் ''துப்பாக்கிக்குள்'' வெடிமருந்தை அல்லது எரிபொருளை சாதாரணத் துப்பாக்கியைப் போல சிறு அளவில் இல்லாமல் தொடர்ச்சியாக உட்செலுத்தினால் என்ன நடைபெறும்? அல்லது வெடிமருந்து உடனடியாக எரிந்துவிடாமல், மெதுவாக எரியும்படி செய்தால் என்ன நடைபெறும்? அப்பொழுது எதிர்த்தாக்கும் விசை துப்பாக்கியின் மீது தொடர்ச்சியாக அழுத்தத்தை ஏற்படுத்தும், அதாவது அதை நகர்த்தும். இக் கொள்கையின்படியே எதிர்த்தாக்குதல் இஞ்சின் அமைக்கப்படுகிறது.

இதை எப்படிச் செய்வதென்று வியத்நாமில் ஒவ்வொரு சிறுவனுக்கும் தெரியும். அவன் ஒரு மூங்கில் குழாயை எடுத்துக் கொள்கிறான், அதில் வெடிமருந்தை கொட்டுகிறான். பிறகு அதில் நெருப்பு வைக்கிறான். எரிகின்ற வெடிமருந்திலிருந்து வெளியேறுகின்ற வாயு வெளியே வெடித்து அந்த மூங்கில் குழாயை முன்னோக்கிச் செலுத்துகிறது.

உண்மையான எதிர்த்தாக்குதல் இஞ்சின்கள் மூங்கிலினால் செய்யப்படுவதில்லை, அவை உறுதியான உருக்கினால் செய்யப்படுகின்றன. அவை விமானங்களிலும் இராக்கெட்டுகளிலும் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

விமான இஞ்சின்களில் திரவ எரிபொருள் — மண்ணெண்ணெய் — உபயோகிக்கப்படுகிறது. இராக்கெட் இஞ்சின்களில் திரவம் அல்லது திண்பொருள் எரிபொருளாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. விமான இஞ்சினுடைய அமைப்பு இராக்கெட் இஞ்சினுடைய அமைப்பிலிருந்து முற்றிலும் வேறு மாதிரியாக இருக்கும். ஏனென்றால் அவை வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் இயங்குகின்றன.

விமானங்கள் பூமியின் மேற்பரப்புக்குப் பக்கத்தில், காற்று மண்டலத்தில் பறக்கின்றன. அதாவது அவை காற்றில் பறக்கின்றன; அவற்றின் எரிபொருளை எரிப்பதற்குக் காற்று அவசியம். விமான இஞ்சின்களில் காற்றை உள்ளே இழுக்கும் குழாய் என்ற விசேஷமான உறுப்பு இருக்கிறது. விமானம் பறக்கின்ற பொழுது அதன் அகன்ற, திறந்த ''வாய்'' காற்றை விழுங்குகிறது. பிறகு காற்று இறுக்கமாக அழுத்தப்பட்டு எரிக்கப்படும் அறைக்குள் நுழைகிறது. இந்த அறைக்குள் மண்ணெண்ணெய் செலுத்தப்படுகிறது; அதிகமான வெப்பத்தில் மண்ணெண்ணெய் தீப்பிடிக்கிறது. சூடான வாயு விமானத்தின் மூக்கு வழியாக வெடித்து இஞ்சினையும் அதனுடன் சேர்த்து விமானத்தையும் முன்னே தள்ளுகிறது. இப்படிப்பட்ட இஞ்சின்களை நீங்கள் பார்த்திருக்கலாம். விமானத்தின் சிறகுகளிலும் வாலிலும் வெள்ளிச் ''சுருட்டுகள்'' எரிந்து கொண்டிருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். இவை எதிர்த்தாக்குதல் இயந்திரங்கள்.

இராக்கெட்டுகள் பூமியிலிருந்து வெகு தூரத்துக்கு மேலே, காற்று இல்லாத அண்டவெளியில் பறக்கின்றன. இது காற்று இல்லாத அண்டவெளி என்பது மிகவும் முக்கியமாகும். ஆனால் அங்கும் அவற்றின் எரிபொருள் எரிய வேண்டும்...

அதனால்தான் இராக்கெட்டுகள் எரிபொருளையும் காற்றையும்—இன்னும் துல்லியமாகச் சொல்வதென்றால் பிராணவாயுவையும்—தம்முடன் எடுத்துக் கொண்டு போகின்றன.

ஒரு இராக்கெட் இஞ்சின் திரவ எரிபொருளை உபயோகிக்குமானால் அது பறப்பதற்கு இரண்டு டாங்குகள் அவசியம். ஒன்றில் எரிபொருளும் அடுத்ததில் பிராணவாயுவும் இருக்கும். எரிபொருளும் பிராணவாயுவும் எரிக்கப்படும் அறைக்குள் செலுத்தப்படுகின்றன... அங்கே என்ன நடக்கும் என்பது உங்களுக்குத் தெரிந்ததே.

இராக்கெட்டுகளில் சில டாங்குகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு ஜோடி டாங்குகளில் எரிபொருளும் பிராணவாயுவும் தீர்ந்துவிட்டால் அவை வெளியே வீசப்படுகின்றன. எரிபொருளும் பிராணவாயுவும் உள்ள அடுத்த இரண்டு டாங்குகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவை தீர்ந்த பிறகு அடுத்த டாங்குகள் உபயோகிக்கப்படும்.

செயற்கைக் கோள் அல்லது விண்வெளிக் கப்பல்கள் செலுத்தப்படுகின்ற சமயத்தில் வெளியிடப்படுகின்ற செய்தி அறிக்கைகள் உங்களுக்கு நினைவிருக்கிறதா? ''முதல் கட்டம் சிக்கலின்றிப் பிரிந்துவிட்டது... இரண்டாவது கட்டம் பிரிந்துவிட்டது... மூன்றாவது கட்டம்...'' இங்கே கட்டங்கள் என்று குறிக்கப்படுபவை எரிபொருள் மற்றும் பிராணவாயு டாங்குகளே.

இராக்கெட் பூமியிலிருக்கின்ற பொழுதே திண் எரிபொருள் பிரா

ணவாயுவுடன் கலக்கப்படுகிறது. அது டாங்கியிலேயே எரிகிறது. ஒரு டாங்க் ‘‘எரிந்து முடிந்து விட்டால்’’, அது பிரிந்துவிடுகிறது, பின்னர் வெளியே விழுந்துவிடுகிறது. பிறகு அடுத்த டாங்கில் இருக்கின்ற எரிபொருள் எரியத் தொடங்குகிறது... இவையும் இராக்கெட்டின் கட்டங்கள் என்றே குறிக்கப்படுகின்றன.

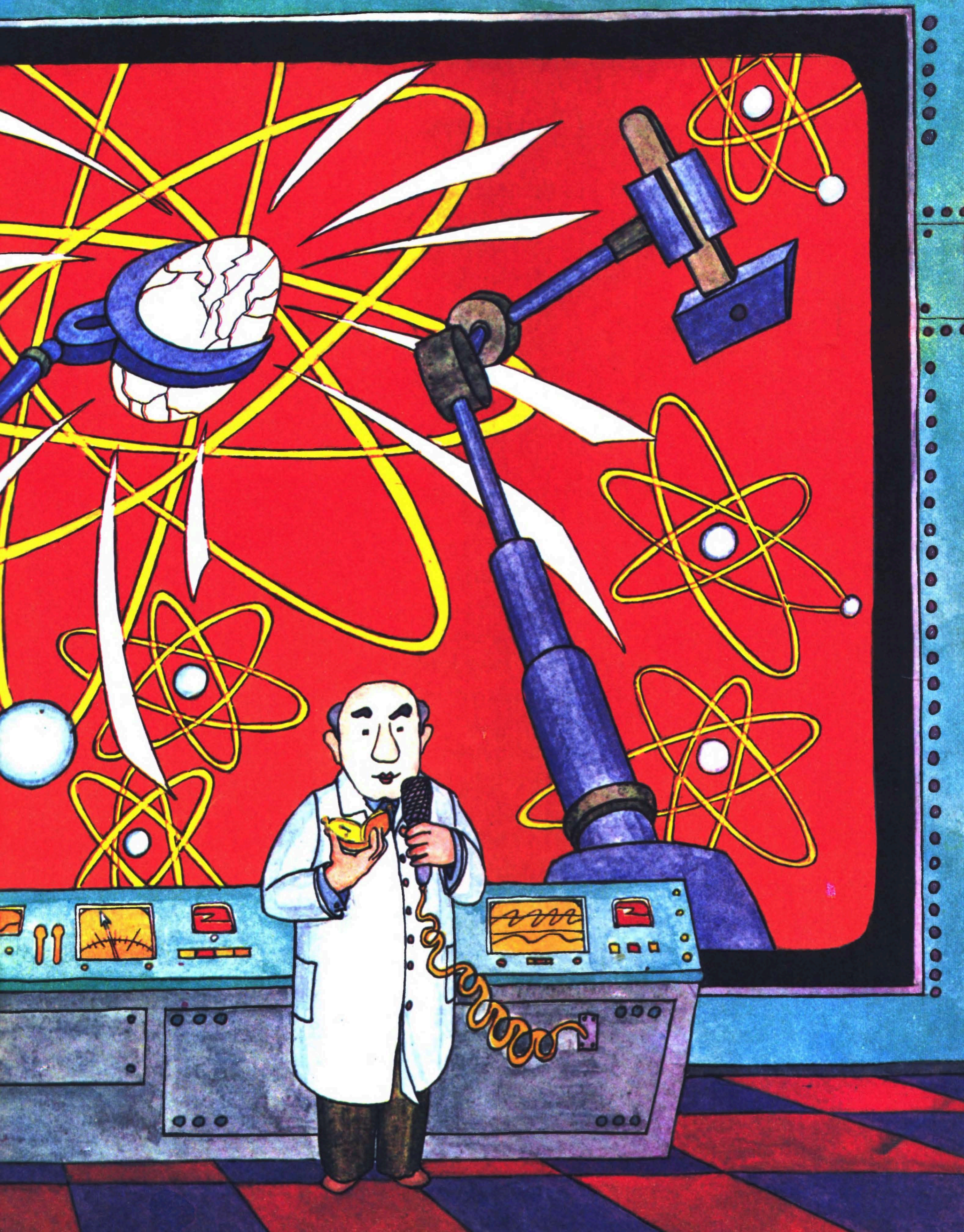
நாம் இதுவரை விவாதித்த இஞ்சின்கள் அனைத்தும் நெருங்கிய உறவினர்களே. அவை இயங்குவதற்கு எரிபொருள் அவசியம். அவை எரிபொருளை எரிக்கும்பொழுது வெப்பச் சக்தியை வெளிவிடுகின்றன.

உலகத்தில் இன்னும் ஏராளமான எரிபொருள் இருக்கிறது; ஆனால் நம்முடைய சேமிப்புக்கள் வருடந்தோறும் குறைந்து கொண்டிருக்கின்றன. நம்மிடம் இன்னும் 100 அல்லது 150 வருடங்களுக்கு மட்டுமே எரிபொருள் இருப்பதாக நிபுணர்கள் கூறுகிறார்கள். அதுவும் நாம் சிக்கனமாகவும் கவனமாகவும் எரிபொருளை உபயோகித்தால்தான். மனிதர்கள் சக்தியின் பழைய தோற்றுவாய்களை இன்னும் சிறப்பான முறையில் பயன்படுத்த வேண்டும், அதனுடன் புதிய தோற்றுவாய்களையும் தேட வேண்டும் என்பது இதன் அர்த்தம்.

புதிய தோற்றுவாய்கள் எப்படிப்பட்டவை? இவற்றைப் பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் பார்ப்போம்.







நூறு வருடங்களுக்கு முன்பு அன்ரீ பெக்கெரேல் என்ற பிரெஞ்சு விஞ்ஞானி வீட்டுக்குப் புறப்படுவதற்கு முன்பு, தன்னுடைய சோத னைச் சாலையைச் சுத்தம் செய்து கொண்டிருந்தார். இரசாயனப் பரிசோதனைகளில் பயன்படுத்துகின்ற சோதனைக் குழாய்களையும் குடுவைகளையும் பெட்டியில் வைத்தார். புகைப்படத் தகடுகளைக் கறுப்புக் காகிதத்தில் மூடி அலமாரியில் வைத்தார். பிறகு அவர் சுத்தப்படுத்தப்பட்ட, பிரகாசமான மேசைகளைக் கடைசி முறை யாகப் பார்த்தார். அவர் ஆராய்ச்சிக்கு உபயோகித்த பொருளின் சில துணுக்குகள் மேசையின் மேல் இருப்பதைப் பார்த்தார். அந்தப் பொருளுக்கு யுரேனியம் என்று பெயர். பெக்கெரேல் வீட்டுக்குப் புறப்பட்டுக் கொண்டிருந்தார். எனவே அவர் அவசரமாக அந்தச் சிறு துணுக்குகளை எடுத்து அலமாரியில் வைத்தார். அதில் ஒரு துணுக்கு புகைப்படத் தகடுகள் வைக்கப்பட்டிருந்த பொட்டலத் தின் மீது விழுந்தது. பெக்கெரேல் விளக்கை அணைத்தார், கதவைப் பூட்டிவிட்டு வீட்டுக்குப் புறப்பட்டார்.

மறுநாள் பெக்கெரேல் அந்தப் பொட்டலத்தின் மீது சிந்தியிருந்த யுரேனியத் துணுக்கை அகற்றிவிட்டு அந்தத் தகட்டை உபயோ கித்துப் புகைப்படம் எடுத்தார். அதை அவர் உருமலர்ச்சி செய்த பொழுது அந்தத் தகட்டில் ஏற்கெனவே ஒளி பாய்ந்து அது கெட்டுப் போயிருப்பதைக் கண்டார். யுரேனியத் துணுக்கு இருந்த இடத்தில் ஒரு கறுப்புக் குறி இருந்தது. இது விஞ்ஞானிக்கு ஆச்சரியத்தைக் கொடுத்தது. அவர் அந்தச் சோதனையை வேண்டுமென்றே மறு படியும் செய்தார். புகைப்படத் தகட்டில் யுரேனியத்தின் ''படம்'' தெளிவாக இருப்பதைக் கண்டார்.

பியர்ரி கியூரி, மேரி கியூரி என்ற இரண்டு விஞ்ஞானிகள் இந்தப் புதிரைத் தீர்ப்பதற்கு முயற்சி செய்தார்கள். அவர்கள் பல பொருட் களை உபயோகித்துச் சோதனைகளைச் செய்தார்கள். கடைசியில் ரேடியம், பொலோனியம் ஆகிய இரண்டும் யுரேனியத்தைப் போன்ற அதே விளைவை ஏற்படுத்துவதைக் கண்டார்கள். இது ஏன்? இதற்கு ஒரே ஒரு விளக்கம்தான் இருக்க முடியும். ''பிரிக்கப்பட முடியாத'' அணுக்களின் ஆழத்திலிருந்து ஏதோ ஒரு வகையான துகள்களின் ஓட்டங்கள் வெளிவருகின்றன; இவைதான் புகைப்படத் தகடுகளில் படத்தைப் பதித்தன. அப்படியானால் அணு மிகச் சிறிய அலகு அல்ல, அதைக் காட்டிலும் சிறிய துகள்கள் இருக்க வேண்டும் என்பதை இச் சோதனைகள் விளக்கின.

அணுவின் அமைப்பை இன்று நாம் ஓரளவுக்கு நிச்சயமாக அறிந் திருக்கிறோம். ஒரு பெரிய தேன் துளியைச் சுற்றி ஏராளமான கொசுக்கள் பறந்து கொண்டிருப்பதாகக் கற்பனை செய்து பாருங் கள். எந்தப் பொருளின் அணுவை நாம் பரிசோதனை செய்தாலும்

இதே காட்சியைக் காண்போம். மத்தியில் கனமான ''துளி''—அணுக்கரு (நியுக்லியஸ்)—இருக்கிறது; அதைச் சுற்றி எடையில்லாத ''கொசுக்கள்'', அதாவது எலெக்ட்ரான்கள் சுழன்று கொண்டிருக்கின்றன. அவை அணுக்கருவுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதைப் போல அதை வட்டமிடுகின்றன. ஆனால் அவை கொசுக்களைப் போலக் கோணல் மாணலாக்ப் பறப்பதில்லை. அவை ஒவ்வொன்றும் ஒரே பாதையில் வட்டமிடுகின்றன.

இத்துடன் முடிந்துவிடவில்லை. அணுக்கரு இறுக்கமாக அடைக்கப்பட்ட துகள்களைக் கொண்டிருக்கிறது. அவை புரோடான்கள் மற்றும் நியுட்ரான்கள் என்று சொல்லப்படுகின்றன. அணுக்கரு இறுக்கமாகச் சுருட்டப்பட்டு கயிற்றினால் கட்டப்பட்டிருக்கும் விசைச் சுருளைப் போன்றது. எனவே விசைச் சுருளைப் போல அது ஏராளமான சக்தியைக் கொண்டிருக்கிறது. விசைச் சுருளில் புதைந்திருக்கும் சக்தி வெளியே வர வேண்டுமென்றால் அதைக் கட்டியிருக்கும் கயிற்றை அறுக்க வேண்டும். அணுக்கருவில் இருக்கின்ற சக்தி வெளியே வர வேண்டுமென்றால் அதை அழிக்க வேண்டும், துகள்களை அதனுடன் இணைத்திருக்கின்ற கண்ணுக்குப் புலனாகாத கயிறுகள் அறுக்கப்பட வேண்டும். அப்பொழுது அவை எல்லாத் திசைகளிலும் பறந்து போகும், தமது சக்தியை விடுவிக்கும்.

''கனமான'' பொருள்களின் (யுரேனியம் மற்றும் புளுட்டோனியம்) அணுக்கருக்களை சுலபமாக அழிக்க (அல்லது விஞ்ஞானிகள் சொல்வதைப் போல ''பிளக்க'') முடியும். அவற்றின் அணுக்கருகள் ஏராளமான துகள்களைக் கொண்டிருப்பதால் அவை ''கனமான'' பொருள்கள் என்று சொல்லப்படுகின்றன. ஒரு குண்டு குறியிலக்கின் மீது பாய்வதைப் போல ஒரு துகள் நியுக்லியசின் மீது பாய்வது அந்தப் பொருளைப் பிளப்பதற்குப் போதும். இக் காரியத்துக்கு மிகவும் பலனளிக்கின்ற ''குண்டுகள்'' நியுட்ரான்களே—எந்த அணுக்கருவிலும் இதே துகள்கள்தான் இருக்கின்றன.

நியுட்ரான்கள் சாதாரணமாக இருக்க வேண்டிய இடம்—அணுக்கரு. பெரும்பாலானவை அங்கே இருக்கின்றன; ஆனால் சில நியுட்ரான்கள் ஊர்சுற்றியாக இருக்கின்றன. அவை அணுக்கருவை விட்டு வெளியேறி யுரேனியத் துண்டு முழுவதும் பிரயாணம் செய்கின்றன. இப்படிப் பிரயாணம் செய்கின்ற நியுட்ரான் சீக்கிரமாகவோ அல்லது தாமதமாகவோ மற்றொரு அணுக்கருவுடன் மோதுகின்றது. இந்த மோதலின் சக்தியில் அந்த நியுக்லியஸ் பிளந்து விடுகிறது, அதிலிருந்து இரண்டு நியுட்ரான்கள் வெளிப்படுகின்றன. இந்த இரண்டும் எப்படியும் அடுத்த இரண்டு நியுக்லியஸ்களைப் பிளப்பது தவிர்க்க முடியாதது. இப்பொழுது அந்த யுரேனியத் துணுக்கில் நான்கு குண்டுகள் இருக்கின்றன. இப்படியே தொடர்ந்து நடைபெறும்...

மரத்தைக் கோடரியினால் வெட்டும்பொழுது சிம்புகள் எல்லாத்

திசைகளிலும் பறந்து செல்வதைப் போல அணுக்கருக்களும் தம்முடைய சக்தியை வெளிவிட்டபடியே பறக்கின்றன. அதிகமான சக்தி அதிகமான வெப்பத்தை ஏற்படுத்துகிறது. ஒரு கிலோ யுரேனியம் ஏற்படுத்துகின்ற வெப்பம் ஈராயிரம் டன்கள் நிலக்கரி ஏற்படுத்துகின்ற வெப்பத்துக்குச் சமம்.

என்ன ஆச்சரியம்! ஒரு பெரிய மின்சார நிலையத்துக்கு வருடமுழுவதும் தேவையான எரிபொருளை யுரேனியம் வைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒன்று அல்லது இரண்டு ஈயப் பெட்டிகளில் அடக்கிவிடலாம். அதனால் தான் அணு மின்சார நிலையங்கள் அருகில் நிலக்கரி, எண்ணெய் அல்லது புல்கரி ஆதாரங்கள் இல்லாத இடங்களில் அமைக்கப்படுகின்றன.

அணு மின்சார நிலையத்தில் மிக முக்கியமானது **அணுஉலை** அல்லது இன்னும் துல்லியமாகச் சொல்வதென்றால் **அணுக்கரு உலை.** இது பிரம்மாண்டமான உலோக சிலிண்டராகும்; இது மேலும் கீழும் மூடப்பட்டிருக்கும். இது ஒரு பெரிய இருப்புச் சட்டியைப் போலத் தோன்றுகிறது. இந்தச் சட்டிக்குள் யுரேனியக் கம்பிகளும் தண்ணீர்க் குழாய்களும் இருக்கின்றன. உலையின் மூடியின் வெளிப்பகுதியில் பல கருவிகளும் சாதனங்களும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். யுரேனியக் கம்பிகளின் உள்ளே அணுக்கருக்கள் தொடர்ச்சியாகப் பிளக்கின்றன, அணு எரிபொருள் ''எரிக்கப்படுகிறது'', தண்ணீர் மிகவும் உயர்ந்த வெப்ப அளவுக்குச் சூடேற்றப்படுகிறது. பம்புகள் சூடான தண்ணீரை **நீராவி ஜெனரேட்டருக்குள்** செலுத்துகின்றன. இந்த இயந்திரம் நீராவியைத் தயாரிக்கிறது.

நீராவி ஜெனரேட்டரின் அமைப்பு மிக எளிமையானதே: ஒரு பைப்புக்குள் இன்னொரு பைப் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. உள் பைப்பில் உலையிலிருந்து வருகின்ற சூடான தண்ணீர் இருக்கும். வெளி பைப்பில் குளிர்பதன அமைப்பிலிருந்து வருகின்ற தண்ணீர் உள் பைப்புக்கு எதிர்த்திசையில் ஓடும். உலையிலிருந்து வெளியே ஓடுகின்ற தண்ணீரின் வெப்பம் குளிர்ந்த தண்ணீருக்கு மாற்றிக் கொடுக்கப்படுகிறது. அது கொதி நிலையை அடைகின்ற பொழுது நீராவியாக மாறுகிறது; நீராவி **டர்பைன்** தகடுகளின் மீது செலுத்தப்படுகிறது, அது சுழலத் தொடங்குகிறது.

உலைத் தண்ணீர் வெப்பத்தை இழந்த பிறகு உலைக்குத் திரும்புகிறது; அங்கே அது மறுபடியும் சூடாக்கப்பட்டு மறுபடியும் நீராவி ஜெனரேட்டருக்குச் செல்கிறது. அது செல்கின்ற வளையத்திற்கு **முதல் உருவரை** என்று பெயர்.

யுரேனியம் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நிலையில் ''எரிந்தாலும்'' அது மனிதர்களுக்கு மிகவும் ஆபத்தானதாகும். அணுக்கரு பிளக்கின்ற பொழுது ஏராளமான துணுக்குகளும் துகள்களும் எல்லாத் திசைகளிலும் அதிகமான வேகத்தில் பறக்கின்றன. இது கதிரியக்கம் எனப்படும். இது உயிருள்ள அனைத்துக்குமே மிகவும் ஆபத்தானதாகும். அதனால்தான் அணுஉலையைச் சுற்றிலும் கனமான கான்

கிரீட் சுவர்கள் கட்டப்படுகின்றன. இச் சுவர்கள் ''உயிர் காப்பரண்'' என்று சொல்லப்படுகின்றன.

அணுசக்தி அமைப்புகளில் உள்ள இரண்டு தண்ணீர் வளையங்களுமே மக்களைக் கதிரியக்கத்திலிருந்து பாதுகாப்பதற்காக ஏற்படுத்தப்பட்டவை. முதல் வளையத்தின் வழியாகச் செல்கின்ற தண்ணீர் கதிரியக்கம் உடையது, யுரேனியத்தைப் போல அதிலிருந்தும் துகள்கள் வெளியேறுகின்றன. இப்படி கதிரியக்கத்தினால் ''அசுத்தமடைந்த'', ''அழுக்குத்'' தண்ணீரை நீராவியாக மாற்றினால் பைப்புகள், பம்புகள், டர்பைன்கள் அனைத்துமே கதிரியக்கத் தன்மையைப் பெற்றுவிடும். அணுஉலையின் கதிரியக்கத் தண்ணீரை ''மற்ற'' தண்ணீரைச் சூடேற்றுவதற்கு உபயோகிப்பதென்று முடிவு செய்ததற்கு இதுவே காரணம். பைப்புகளின் சுவர்கள் ஆபத்தான துகள்களின் ஓட்டத்தைப் பெருமளவுக்குத் தடை செய்கின்றன. இரண்டாவது வளையத்திலிருக்கும் தண்ணீர் தூய்மையாக அல்லது அநேகமாகத் தூய்மையாக இருக்கும்படி செய்கின்றன. எனவே டர்பைன் மற்றும் குளிர்பதன அமைப்பைச் சுற்றி உயிர் காப்பரணைக் கட்டுவது அவசியமல்ல. அவற்றுக்குப் பக்கத்தில் மனிதர்கள் கவலையின்றி வேலை செய்யலாம்.

பியர்ரி கியுரீ உலகில் கதிரியக்கத்தினால் பாதிக்கப்பட்ட முதல் விஞ்ஞானி. அவர் துணிவுமிக்கவர். அவர் ரேடியத் துண்டுக்கு மேல் உள்ளங்கையைச் சில மணி நேரம் நீட்டிக் காட்டினார். சிறிது நேரத்துக்குப் பிறகு அவருடைய உள்ளங்கையில் தீப்புற்றிய காயம் ஏற்பட்டது. அவருடைய காயத்துக்கு மருந்து போடப்பட்டு குணப்படுத்தப்பட்டது. ஆனால் ரேடியம், யுரேனியம் ஆகியவற்றைக் கையாளுகின்ற பொழுது மிகவும் ஜாக்கிரதையோடிருக்க வேண்டும் என்பதை மக்கள் அறிந்து கொண்டார்கள்.

அணு சக்தி நிலையங்களைச் சுற்றி தாவரங்களைப் பயிரிட்டு வளர்க்கின்ற மூடு தோட்டங்களைக் கூடக் கட்டலாம். பின்லாந்து வளைகுடாவுக்குப் பக்கத்தில் கட்டப்பட்டிருக்கும் லெனின்கிராடு அணு மின்சார நிலையம் மீனவர்களுக்குக் கூட உதவியாக இருக்கிறது. டர்பைன்களைக் குளிர்ச்சிப்படுத்திய சூடான தண்ணீர் வளைகுடாவுக்குள் பாய்கிறது. அதில் நீர்ப்பாசிகள் செழிப்பாக வளர்கின்றன. அவை மீன்களுக்கு உணவாக இருப்பதால் அங்கே மீன்களும் ஏராளமாக இருக்கின்றன.

அணுசக்தி மற்றொரு வகையிலும் மக்களுக்குப் பயன்படுகிறது. நாம் குடிப்பதற்கும் குளிப்பதற்கும் உபயோகிக்கின்ற தண்ணீர் உலகத்தில் வேகமாகக் குறைந்து கொண்டிருக்கிறது. நாம் அதிகமாகக் குடிக்கிறோம் அல்லது குளிக்கிறோம் என்று இதற்கு அர்த்தமல்ல. தொழில்துறை மேன்மேலும் அதிகமாகத் தண்ணீரைப் பயன்படுத்துவதே இதற்குக் காரணம். இரும்பை உருக்குவதற்கு, எண்ணெயைத் தோண்டியெடுப்பதற்கு, மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்வதற்குத் தண்ணீர் அவசியமாக இருக்கிறது. விவசாயத்திற்கும்

தண்ணீர் அதிகமாகத் தேவைப்படுகிறது. மேலும் பூமியில் சூரிய ஒளி அதிகமாகக் கிடைக்கின்ற, ஆனால் வறண்ட பிரதேசங்கள் அதிகமாக இருக்கின்றன. அங்கே கால்வாய்கள் தோண்டப்படுகின் றன; ஆறுகளிலும் ஏரிகளிலுமுள்ள தண்ணீர் அங்கே கொண்டு வரப்படுகிறது. பாலை நிலம் சோலை நிலமாக மாற்றப்படு கிறது.

பூமியில் தண்ணீர் அதிகமாகக் கிடைக்கின்ற இடங்கள் கடல்களும் சமுத்திரங்களுமே. ஆனால் அந்தத் தண்ணீர் உப்பாக இருக்கிறது. உப்புத் தண்ணீரை நல்ல தண்ணீராக மாற்றி உபயோகப்படுத்த முடியும். அந்த முறை எளிமையானதே. உப்புத் தண்ணீரைக் கொதிக்க வைத்து அதிலிருந்து வெளிவருகின்ற நீராவி கன்டென்சர் களில் சேகரிக்கப்பட்டுக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. அது சுத்தமான தண் ணீராகும். அதில் ''ருசியைச்'' சேர்ப்பதற்காக லேசாக உப்புக் கலக்கப்படுகிறது. இப்பொழுது இந்தத் தண்ணீரைக் குடிப்பதற்கு, துணிகளை வெளுப்பதற்கு, பூங்காக்கள் மற்றும் காய்கறித் தோட் டங்களுக்கு நீர்பாய்ச்ச உபயோகிக்கலாம். வடிகல அமைப்பின் அடியில் தங்கியிருக்கும் உப்பை அகற்றிவிட்டு அதில் மறுபடியும் உப்புத் தண்ணீர் சுடவைக்கப்படுகிறது. இந்த உப்பும் உபயோ கமுள்ள பொருளே. அதில் மாங்கனீஸ், சோடியம், பொட்டாசியம் முதலிய அரிய பொருள்களும்—குறைந்த அளவில் தங்கம்கூட— இருக்கின்றன.

உப்புத் தண்ணீரை சுத்தமான தண்ணீராக மாற்றுவதற்கு ஏராள மான சக்தி தேவைப்படுகிறது. இந்த சக்தியை அணு மின்சார நிலையங்கள் தருகின்றன.

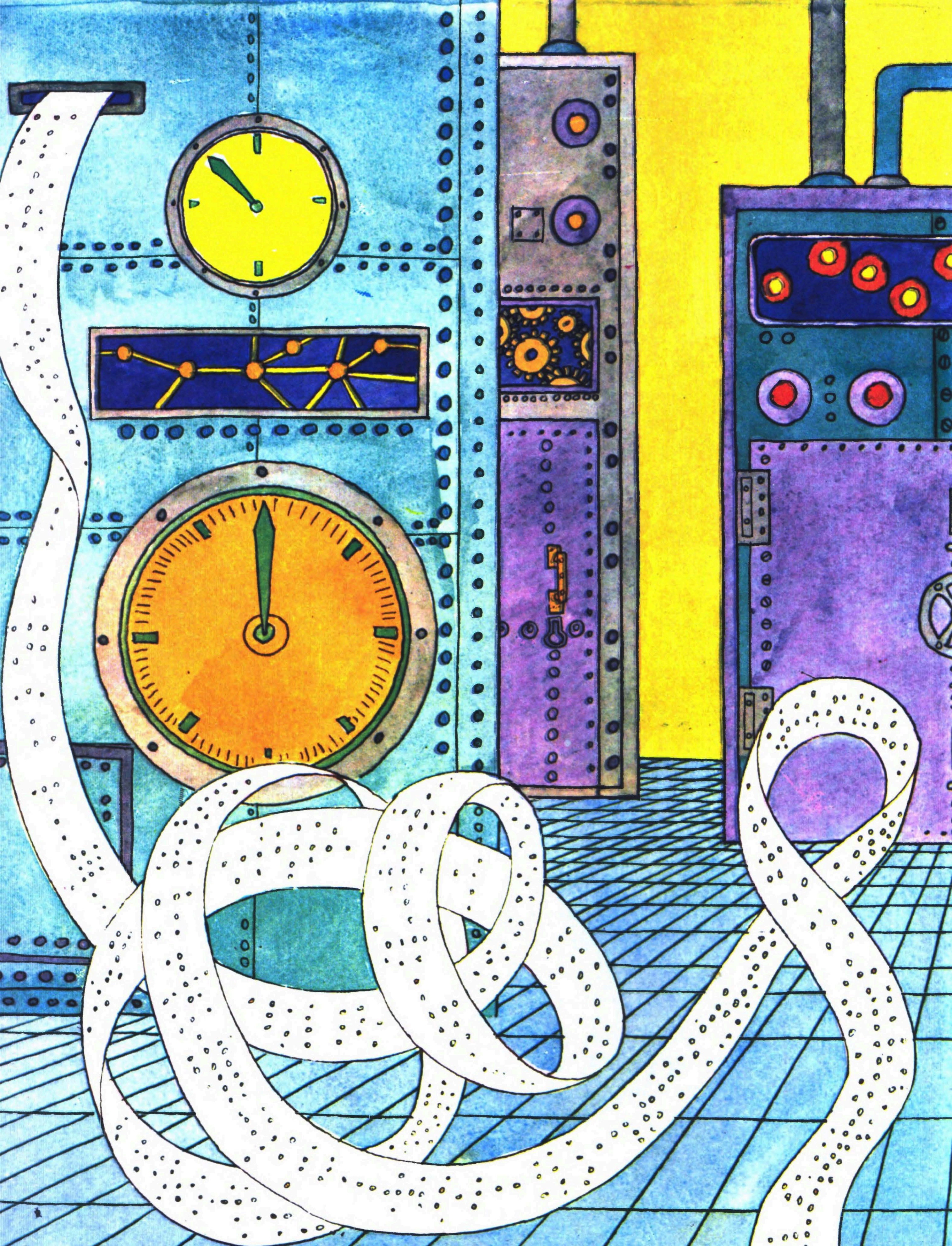
சோவியத் யூனியனில் காஸ்பியன் கடலின் கிழக்குக் கரையோரத் திலுள்ள வறண்ட பாலைவனத்தில் ஷெவ்சென்கோ என்ற நகரம் உள்ளது. இதைப் படித்தவுடன் புல், பூண்டு, செடிகள், மரங்கள் இல்லாமல், பொட்டலாக இருக்கின்ற நகரத்தை நாம் உடனே கற்பனை செய்வோம். ஆனால் அந்த நகரம் வேறுவிதமானது. அங்கே வேண்டிய அளவுக்குத் தேவையான தண்ணீர் கிடைக்கிறது. அங்கே மரங்களும் சோலைகளும் நீரூற்றுக்களும் இருக்கின்றன. இது அதிசயமே. ஆனால் இது மனிதர்களின் சாதனை. ஷெவ்சென் கோவில் அணு மின்சார நிலையம் இருப்பதால் இந்த அதிசயம் நடந்துள்ளது. அநேகமாக அதன் சக்தி முழுவதும் உப்புத் தண்ணீரை நல்ல தண்ணீராக மாற்றுகின்ற ஒரு தொழிற்சா லைக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. ஆகவே நகரத்துக்குத் தண்ணீர் கிடைக்கிறது, தொழில் துறைக்கு பொட்டாசியம், மாங்கனீஸ், சோடிய உப்புக்கள் மற்றும் இதர மூலப் பொருள்கள் கிடைக் கின்றன.

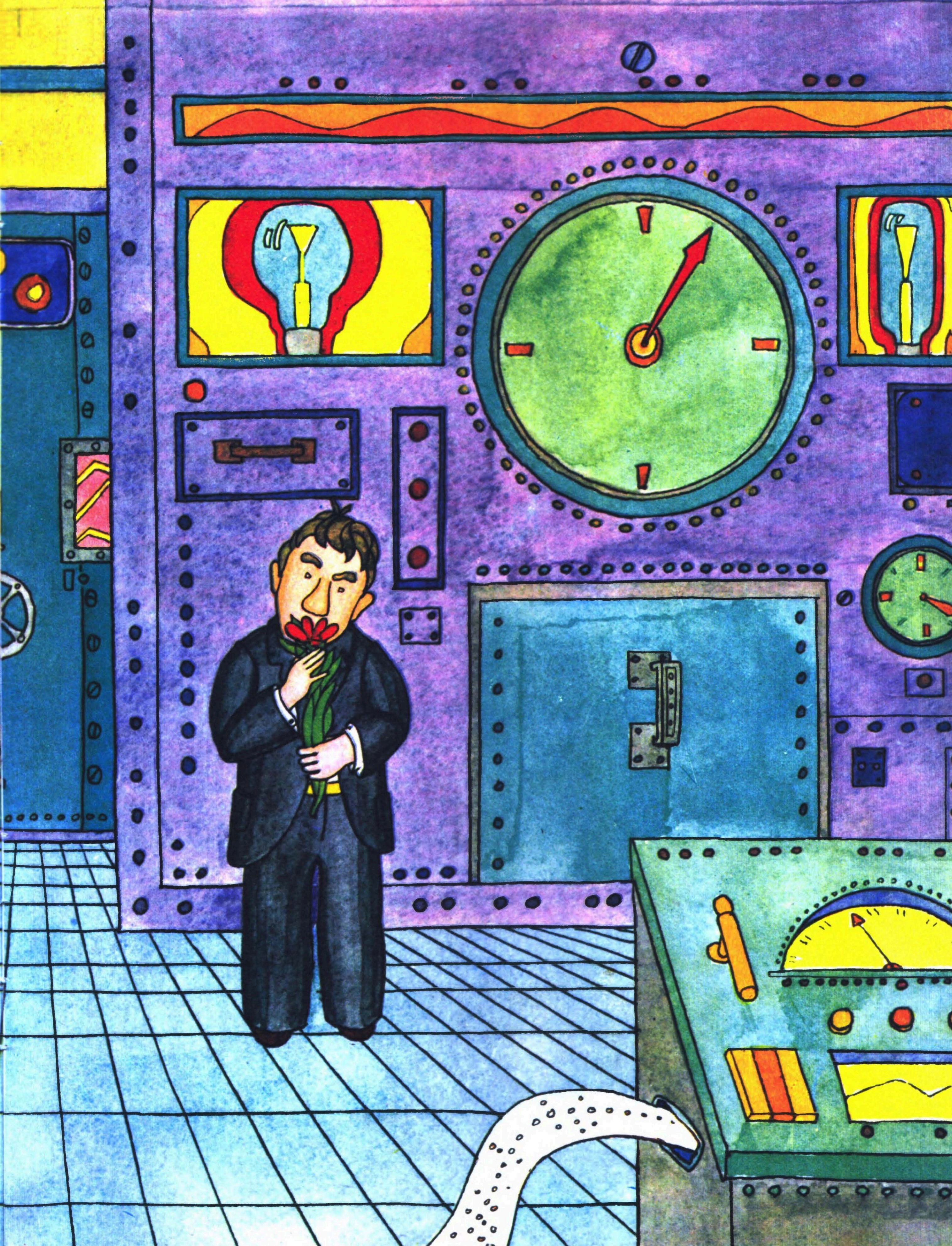
இன்றைய நிலையில் அணு மின்சார நிலையங்கள் அனல் மின்சார நிலையங்களைக் காட்டிலும் மிகக் குறைவான மின்சாரத்தையே உற்பத்தி செய்கின்றன. ஆனால் இன்னும் இருபது அல்லது முப்பது

வருடங்களில் பூமியில் சக்தியின் பெரும்பகுதி அணு மின்சார நிலையங்களில் உற்பத்தி செய்யப்படும். இதற்கு இரண்டு காரணங்கள் இருக்கின்றன. முதலாவது, எரிபொருள் மேன்மேலும் குறைந்து வருகிறது. இரண்டாவது, இருக்கின்ற எரிபொருள் முழுவதையும் எரித்துத் தீர்த்துவிடுவது மதியீனம். எண்ணெய், வாயு, நிலக்கரி ஆகியவற்றிலிருந்து பல உபயோகமுள்ள பொருள்களைத் தயாரிக்க முடியும். உதாரணம்: செயற்கை இழை, அதிலிருந்து சட்டைகள், கோட்டுகள், மென்மயிர்க் கோட்டுகள்; உருக்கைக் காட்டிலும் பலமான செயற்கைப் பொருள்கள்; கண்ணாடி, பருத்தி, இயந்திரப் பகுதிகள் மற்றும் பல பொருள்களையும் தயாரிக்க முடியும்.

2000 வருடத்துக்குள் நாம் உபயோகிக்கின்ற மின்சாரத்தில் பாதிக்கும் அதிகமான அளவை அணு மின்சார நிலையங்கள் உற்பத்தி செய்யும். இந்த மின்சாரம் இப்பொழுது அனல் மின்சார நிலையங்களிலிருந்து கிடைக்கும் மின்சாரத்தைக் காட்டிலும் பத்து மடங்கு மலிவாக இருக்கும்.

சோவியத் யூனியனில் அணுசக்தி உற்பத்தி வேகமாக வளர்ச்சியடைந்து கொண்டிருக்கிறது. ஒவ்வொரு ஐந்தாண்டுத் திட்டத்திலும் சுமார் பத்து அணு மின்சார நிலையங்கள் நிர்மாணிக்கப்படுகின்றன.





''சில நரிகள் தீக்குச்சிகளை எடுத்துக்கொண்டு நீலக் கடலுக்குச் சென்று அக் கடலுக்குத் தீ வைத்ததாக'' ஒரு ருஷ்யக் கதை உண்டு. அத் தீ உக்கிரமாக எரிந்தது. தீயணைப்பவர்கள் ''அப்பங்கள், கேக்குகள், உலர்ந்த காளான்கள்'' முதலியனவற்றைக் கொண்டு அந்த நெருப்பை அணைப்பதற்குப் பாடுபட்டார்கள். ''வெறும் பிதற்றல். கடல் தண்ணீர், ஆற்றுத் தண்ணீர், ஏரித் தண்ணீர்—எதுவுமே எரியாது. அதற்கு மாறாக, தண்ணீர் நெருப்பை அணைக்கும்'' என்று நீங்கள் சொல்வீர்கள். நீங்கள் சொல்வது சரியானதே— ஆனால் அது முற்றிலும் சரி என்று சொல்ல முடியாது.

தண்ணீர் என்னும் திரவம் எரியாது என்பது சரியானதே. ஆனால் இங்கே சுவாரசியமான விஷயம் என்னவென்றால் அதிலடங்கியுள்ள மூலகங்களில் ஒன்று நன்றாக எரியக் கூடியது, அடுத்த மூலகம் நெருப்புக்கு உதவும். இந்த மூலகங்கள் நீரகம், உயிரகம் எனப்படுகின்றன. ஆனால் இத்துடன் முடிந்துவிடவில்லை. சில சமயங்களில் ''சாதாரணமான'' நீரகத்துக்குள் வழக்கமான எடையைக் காட்டிலும் இரண்டு மடங்கு கனமான அணுக்கள் சேர்ந்துவிடுவதுண்டு. இத்தகைய நீரகத்தை கன நீரகம் அல்லது டியுட்டீரியம் என்கிறோம். அபரிமிதமான சக்தியைப் பற்றிக் கனவு காணும்படி மனிதனைத் தூண்டுவது இந்த மூலகமே.

கன நீரகத்தின் இரண்டு அணுக்களை ஒன்று சேர்த்தால் ஹீலியம் என்ற புதிய மூலகத்தின் கருவும் ஏராளமான சக்தியும் கிடைக்கும் என்பது நாம் நன்கறிந்ததே. 14 மில்லியன் கிலோ நிலக்கரியை எரிக்கும் பொழுது கிடைக்கும் சக்தியை ஒரு கிலோ டியுட்டீரியம் தருகிறது.

சமுத்திரத்தில் எவ்வளவு டியுட்டீரியம் இருக்கிறது என்பது உங்களுக்குத் தெரியுமா? அது மனித குலத்துக்கு 50 பில்லியன் வருடங்களுக்குப் போதுமானது.

எனினும் இரண்டு அணுக்கருக்களை இணைப்பது மிகவும் கடினமாகும். இதைச் செய்வதற்கு டியுட்டீரியத்தை 200 மில்லியன் டிகிரி அளவுக்குச் சூடாக்க வேண்டும். இந்த வெப்பத்தில்தான் டியுட்டீரியத்தின் இரண்டு அணுக்கருக்கள் இணைந்து தம்மிடம் மறைந்திருக்கும் சக்தியை வெளிவிடும்.

ஆனால் இந்த அளவுக்கு மிக அதிகமான வெப்பத்தில் இயற்கையிலுள்ள அனைத்தும் நீராவியாகி வாயுவாக—பிளாஸ்மாவாக— மாறிவிடும். அப்படியானால் டியுட்டீரியத்தைச் சூடாக்குகின்ற அமைப்பும் வாயுவாக மாறிவிடுமா? ஆம். அப்படியானால் இந்த முறையை

உபயோகிக்க முடியாதா? நல்ல வேளை, அந்த ஆபத்தில்லை.

பிளாஸ்மா என்பது எலெக்ட்ரான்கள், நியுட்ரான்கள் அணுப் பொடிகள், மொத்த அணுக்கருக்கள் ஆகியவற்றின் துகள்களாலும் நுண்ணிய பகுதிகளாலும் ஆனது. இவை அனைத்தும் மின்னூட் டத்தைக் கொண்டிருக்கின்றன. விஞ்ஞானிகள் இதைப் பயன்படுத்த முடியும். ஆகவே ஒரு காந்தக் களத்தில் பிளாஸ்மாவை ''அடைக்க'' அவர்கள் முடிவு செய்தார்கள்.

காந்தக் களம் என்றால் என்ன? இதை விளக்கிக் கூறுவது கடினம் என்ற போதிலும் நாம் முயற்சி செய்வோம்.

நீங்கள் ஒரு தடவையாவது காந்தத்தை எடுத்துக் கையில் வைத் திருப்பீர்கள். காந்தம் எல்லாவிதமான இரும்புத் துண்டுகளையும் (ஆணிகள், தகடுகள், கிளிப்புகள் முதலியன) தன்னிடம் ஒட்டும்படி இழுக்கிறது. அந்த காந்தமும் இரும்பின் மீது உறுதியாக ''ஒட்டிக் கொள்கிறது''.

காந்தத்தையும் இரும்புத் தூள்களையும் வைத்துச் செய்யப்படக் கூடிய பரிசோதனைகளைப் பற்றி நீங்கள் புத்தகங்களில் படித்திருப் பீர்கள், அல்லது இனிமேல் படிப்பீர்கள். ஒரு கனமான அட்டை யின் மேல் இரும்புத் தூள்களை உதறுங்கள். அந்தப் பலகையின் அடியில் காந்தத்தைக் கொண்டு லேசாகத் தட்டுங்கள். குவியலாகக் கிடந்த இரும்புத் தூள்கள் வட்டங்களாகத் தம்மை ஒழுங்கு பட அமைத்துக் கொள்வதை நீங்கள் பார்க்கலாம். இதில் மந்திரம் ஒன்றும் கிடையாது. **காந்தக் களம்** இரும்புத் தூள்களின் மீது செயல்பட்டுத் தன்னுடைய **விசைக் கோடுகளின்** வழி அவற்றை விநியோகிக்கிறது.

ஒரு காந்தத்தைச் சுற்றிலும்—அங்கே இரும்புத் தூள்கள் இருந் தாலும் இல்லாவிட்டாலும்—விசைக் கோடுகள் இருக்கின்றன. புகைப் பட பிலிமை உருமலர்ச்சி செய்கின்ற பொழுது படத்தாளில் படம் வெளிவருவதைப் போல, இரும்புத் தூள்கள் கண்களுக்குத் தெரி யாத இக் கோடுகளை ''எடுத்துக் காட்டுகின்றன''. இந்தக் கோடு கள் மின்னூட்டமுள்ள துகள்கள் ஒவ்வொன்றையும் நிர்ணயிக்கப் பட்ட பாதையின் வழியாகப் போகும்படி செய்கின்றன. அந்தத் துகள்களால் தமது விருப்பத்துக்கேற்ப நடந்துகொள்ள முடியாது. காந்தக் களம் பிளாஸ்மாவைக் கயிறு போல அமைக்கிறது. இந்தக் கயிறுக்கும் அந்த அமைப்பின் சுவர்களுக்கும் இடையில் வெற்றிடம் இருக்கிறது. ஆகவே பிளாஸ்மாவினால் சுவர்களுக்கு ஆபத்தில்லை.

காந்தம் மற்றொரு பயனுள்ள காரியத்தையும் நிறைவேற்றுகிறது. அணுக் கருக்கள் இணையத் தொடங்குவதற்கு முன்பு அவை ஏராள மாக இருக்க வேண்டும். அவை ஒன்றையொன்று இப்படிக் கண்டு பிடித்துக் கொள்வதுதான் சுலபமானது. காந்தப்புலம் அணுக்கருக்

கள் எல்லாவற்றையும் ஒரே ''குவியலாகச்'' சேர்க்கிறது, அங்கே அவை சீக்கிரமாகவோ அல்லது தாமதமாகவோ ஒன்றோடொன்று மோது கின்றன, இணைகின்றன, சக்தியை வெளிவிடுகின்றன. ஆனால்...

இவை அனைத்துமே தற்பொழுது நம்பிக்கை என்ற அளவில் மட்டுமே இருக்கின்றன. யாருமே அவசியமான வெப்ப அளவுக்கு டியுட்டீரியத்தைச் சூடாக்குவதில், அதன் சக்தியை வெளியிடச் செய்வதில் இதுவரை வெற்றி அடையவில்லை. சோவியத் விஞ்ஞானி கள் ''டோகமாக்'' என்ற பெயரில் தொடர்வரிசையான அமைப்புக் களின் வரைபடங்களைத் தயாரித்திருப்பதுடன் அவற்றை நிர்மா ணித்திருக்கிறார்கள் என்பது உண்மைதான். சமீபத்தில் தயாரிக்கப் பட்டிருக்கும் ''டோகமாக்'' 20 மில்லியன் டிகிரி வரை சூடேற்றக் கூடியது. அவசியமான வெப்ப அளவுக்கு இது பத்து மடங்கு மட்டுமே குறைவாகும்! ''டோகமாக்'' அமைப்புக்கள் இன்னும் தாம் உற்பத்தி செய்வதைக் காட்டிலும் அதிகமான சக்தியைச் செலவழிக்கின்றன. இத்துறையில் மேலும் ஆராய்ச்சி செய்யப்பட வேண்டும், இவை இன்னும் நன்கு வளர்க்கப்பட வேண்டும்.

பிளாஸ்மாவைக் கட்டுப்படுத்துவது மிகக் கடினம். அது காந்தக் களத்தில் மிகச் சிறிய இடைவெளி எங்காவது இருக்கிறதா என்று மிகவும் தீவிரமாகத் தேடுகிறது; அதைக் கண்டுபிடித்த உடனே அந்தக் களத்திலிருந்து வெளியேறிவிடுகிறது. டியுட்டீரியம் அணுக் கருக்கள் தமக்காக உருவாக்கப்பட்ட காந்தக் களத்திலிருந்து எல் லாத் திசைகளிலும் ஓடிவிடுகின்றன. இனி எல்லாவற்றையுமே முதலி லிருந்து ஆரம்பிக்க வேண்டும்.

ஆகவே விஞ்ஞானிகள் அணுக் கருவிலிருக்கின்ற சக்தியை வெளிப் படுத்துவதற்கு வேறு வழிகளைத் தேடிக் கொண்டிருக்கிறார்கள். பேரவையாளர் பாஸொவ் என்ற சோவியத் பௌதிகவியல் விஞ் ஞானி பின்வரும் முறையை உருவாக்கியிருக்கிறார். டியுட்டீரியம் அணுக்களினால் கெட்டிக்கப்பட்டிருக்கின்ற ஒரு கனமான தண் ணீர்த் துளி உறையவைக்கப்பட்டு குண்டூசித் தலை அளவுக்குப் பனிக்கட்டி கிடைக்கிறது. இப் பனிக்கட்டியின் மீது லேசர் ஒளிக் கற்றை திருப்பப்படுகிறது. லேசர் என்பது ஸ்படிகம் அல்லது வாயு வைக் கொண்டிருக்கும் மெலிதான குழாய். அது மிகவும் அதி கமான சக்தியோடு ஒளிக்கற்றையைப் பாய்ச்சுகிறது. அந்த ஒளிக் கற்றையின் சக்தியால் பனிக்கட்டி மிகவும் அதிகமான வெப்ப நிலைக்குச் சூடாக்கப்படுகிறது. அதிலுள்ள டியுட்டீரியம் அணுக் கருக்கள் இணைந்து தமது சக்தியை வெளிவிடத் தொடங்குகின் றன. அங்கே ஒரு சிறு வெடிப்பு ஏற்படுகிறது. பிறகு லேசர் ஒளிக் கற்றை அடுத்த பனிக்கட்டியின் மீது திருப்பப்படுகிறது, இப்படியே தொடர்ந்து நடைபெறும்... அடுத்தடுத்து வெடிக்கின்றன. ஒவ் வொரு வெடிப்பும் தன்னளவில் சிறு அளவு சக்தியையே வெளிவிடு

கிறது; ஆனால் அவை அனைத்தும் ஒன்று சேர்ந்தால்... போது மான சக்தியைப் பெறுவதற்கு குறைந்த பட்சம் ஒவ்வொரு வினாடிக்கும் அணு எரிபொருளைக் கொண்ட 20 சிறு பனிக்கட்டிகளை வெடிக்க வேண்டும் என்று விஞ்ஞானிகள் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள்.

பனிக்கட்டியிலிருந்து வெளிவருகின்ற சக்தி திரவ லித்தியம் என்ற உலோகத்தைச் சூடாக்க உபயோகிக்கப்படுகிறது. லித்தியம் அந்த வெப்பத்தைத் தண்ணீருக்கு மாற்றுகிறது—கனமான தண்ணீருக்கு அல்ல, சாதாரணத் தண்ணீருக்கு. தண்ணீர் நீராவியாக மாற்றப்படுகிறது, அந்த நீராவி ஒரு டர்பைனை நோக்கிச் செலுத்தப்படுகிறது.

அணுக்கருக்கள் இப்படி இணைவதற்கு அணுவெப்பாற்றல் கிரியை என்று பெயர். ஏனென்றால் மிகப் பேரளவான அதிக வெப்ப நிலையில் அது நடைபெறுகிறது (200,000,000 டிகிரி வெப்பம் என்பது வேடிக்கையானதல்ல!).

இத்தகைய கிரியைகள் பூமியில் நடைபெறாவிட்டாலும் இயற்கையில் மிகச் சாதாரணமாக நடைபெறுகின்றன. மனிதர்கள் தங்களைப் பற்றி அறியத் தொடங்குவதற்கு முன்பே வெப்ப அணு சக்தியை உபயோகித்தார்கள். நம்முடைய தலைகளுக்கு மேலே பல பில்லியன் வருடங்களாகவே ஒரு வெப்ப அணு உலை இருந்து கொண்டிருக்கிறது. அதுதான் சூரியன்.

சூரியனுக்குள் மிகவும் ஆழமான பகுதிகளில் தொடர்ச்சியான அணுவெப்பக் கிரியை பல பில்லியன் வருடங்களாக நடை பெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது. இந்தக் காலப்பகுதி முழுவதும் பூமியை நோக்கி பலம் மிகு சக்திப் பெருக்கு இருந்திருக்கிறது.

வானப் பரப்பு முழுவதிலும் நட்சத்திரங்கள் என்ற இயற்கையான உலைகள் இருக்கின்றன. அவை மிகவும் நெடுந்தூரத்துக்கு அப்பால் இருக்கின்றபடியால் அவற்றின் சக்தி நமக்கு அநேகமாகக் கிடைப்பதில்லை, எல்லையற்ற விண்வெளியில் அவை கரைந்து விடுகின்றன என்பது உண்மையே.

அணுவெப்பாற்றல் கிரியை ஏராளமான சக்தியைத் தருவதனால் மட்டும் நாம் அதைச் சிறப்பாகக் கருதவில்லை. அது சுத்தமானது என்பது அதன் இரண்டாவது முக்கிய அம்சமாகும்.

அணுவெப்பாற்றல் மின்சாரமாக மாற்றப்படும் என்பது பெருமளவுக்குச் சாத்தியமே. இந்த நிலையங்களுக்கு இன்னும் பெயர்கூட சிந்திக்கப்படவில்லை என்பது உண்மையே. ஆனால் அத்தகைய நிலையங்கள் நிறுவப்படும் என்பது முற்றிலும் நிச்சயமானது. நாம் அவற்றை எதிர்பார்த்து அதிகக் காலம் காத்திருக்க வேண்டியதில்லை.

* * *

நீரகத்தைப் பற்றி மற்றொரு சுவாரசியமான, முக்கியமான திட்டத்தை இங்கே குறிப்பிட வேண்டும். பெட்ரோலுக்கு பதிலாக நீரகத்தைப் பயன்படுத்த உத்தேசிக்கப்படுகிறது. இதற்குக் குறைந்த பட்சம் இரண்டு காரணங்கள் உண்டு.

முதல் காரணம் உங்களுக்கு ஏற்கெனவே தெரியும். இஞ்சின்களில் பெட்ரோலை எரிப்பது மிகவும் பணச்செலவாக இருக்கிறது. எண்ணெயை (அல்லது பெட்ரோலை) எரிப்பது அடுப்பில் காகிதப் பணத்தைக் கொட்டி எரிப்பதற்குச் சமம் என்று மாபெரும் ருஷ்ய இரசாயன விஞ்ஞானியான திமீத்ரி மெந்திலேயெவ் கூறினார். இது முற்றிலும் உண்மை, குறிப்பாக இது இன்று வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது. எண்ணெயிலிருந்து ஆயிரக்கணக்கான உபயோகமுள்ள பொருள்களை—துணி, மருந்துப் பொருள்கள் முதல் உணவுப் பொருள்கள் வரை—உற்பத்தி செய்ய முடியும் என்று நாம் ஏற்கெனவே எழுதினோம். அதற்கு பதிலாக நாம் அதைப் பெட்ரோல், மண்ணெண்ணெய் மற்றும் எரிபொருள் எண்ணெயாக மாற்றிவருகிறோம். எனவே நாம் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட சட்டைகள், சூட்டுகள், இயந்திர உறுப்புகள், மருந்து மற்றும் உணவுப் பொருள்களை எரிக்கிறோம் என்றுதான் சொல்ல வேண்டும்.

எண்ணெய் பொருள்களை எரித்த பிறகு எஞ்சியிருப்பவை காற்றை அசுத்தப்படுத்துகின்றன என்று உறுதியாக நிலைநாட்டப்பட்டுள்ளது இரண்டாவது காரணமாகும். நாம் மேலும் எண்ணெயை எரித்துக் கொண்டிருக்கின்ற வரை நாம் சுவாசிக்கின்ற காற்றும் அதிக அளவுக்கு அசுத்தமடையும். ஒரு கார்வண்டி ஒரு வருட காலத்தில் ஒரு டன் எடையுள்ள ஆபத்தான பொருள்களைக் காற்றில் கலக்கிறது. அவை இயற்கையை அழிக்கின்றன, சூரியனின் கதிர்களைத் தடுக்கின்றன, பெரிய நகரங்களில் காற்றில் நஞ்சைக் கலக்கின்றன.

தற்பொழுது உலக முழுவதிலும் சாலைகளில் 250 மில்லியன் கார்கள் ஓடிக் கொண்டிருக்கின்றன, இலட்சக்கணக்கான விமானங்கள் வானத்தில் பறக்கின்றன, இலட்சக்கணக்கான கப்பல்கள் கடலில் செல்கின்றன. இக் கார்கள், விமானங்கள், கப்பல்கள் ஒவ்வொன்றுமே உலகத்தை அசுத்தப்படுத்துகின்றன.

ஆனால் இன்றைய நிலையில் மனிதர்களுக்கு வேறு வழியில்லை. தற்பொழுது எண்ணெய் மற்றும் பெட்ரோலைக் காட்டிலும் வேறு சிறந்த எரிபொருள் கிடையாது.

எதிர்காலத்தில் வேறு சிறந்த எரிபொருளைக் கண்டுபிடிக்க முடியாது என்பது இதன் அர்த்தமல்ல. நீரகம் அப்படிப்பட்ட எரிபொருளாக இருக்க முடியும். நீரகத்தையும் உயிரகத்தையும் சேர்த்தால் தண்ணீர் கிடைக்கும், வெப்பம் வெளியாகும் என்று மிஹயீல்

லமனோசவ்* நெடுங்காலத்துக்கு முன்னரே அறிந்திருந்தார்.

விஞ்ஞானிகளும் பொறியியலாளர்களும் இதைப் பற்றி அக்கறை எடுத்துக் கொண்டார்கள். நீரகம் மிகச் சிறந்த எரிபொருளாக இருக்கும் என்று பலர் கருதுகிறார்கள். முதலாவதாக, பூமியிலிருக்கும் கடல்களிலும் சமுத்திரங்களிலும் ஏராளமான நீரகம் சேமிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டாவதாக, நீரகத்தை எரிக்கும்பொழுது அது காற்றை அசுத்தப்படுத்துவதில்லை. அதை உயிரகத்துடன் சேர்த்தால் தண்ணீர் கிடைக்கிறது. எனவே நீரகம் மிகச் சுத்தமான எரிபொருளாகும். நீரகத்தை எரிபொருளாக உபயோகிக்கின்ற இஞ்சினுடைய புகைபோக்கிக் குழாயிலிருந்து ஆபத்தில்லாத நீராவி மட்டுமே வெளியாகும்.

எல்லாவிதமான போக்குவரத்துச் சாதனங்களிலும் தொழில் துறையிலும் வீடுகளுக்கு வெப்பத்தைத் தருவதற்கும் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்வதற்கும் நீரகத்தை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்த முடியும்.

கச்சா எண்ணெயிலிருந்து நீரகம் இப்பொழுது இரசாயன முறையின் மூலம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இம் முறையில் அதிகமான செலவு ஏற்படுகிறது; ஆனால் குறைவான நீரகமே கிடைக்கிறது. மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்துகின்ற மற்றொரு முறையும் இருக்கிறது. இதற்கு மின்பகுப்பு என்று பெயர்.

தண்ணீருக்குள் சக்திவாய்ந்த மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுகிறது. அது தண்ணீரை நீரகமாகவும் இதரவையாகவும் பிரிக்கிறது. நீரகம் லேசான வாயு. அது தண்ணீரின் மேற்பரப்புக்கு வந்து அங்கிருந்து வெளியே ''குதிக்கிறது''. அப்பொழுது அதைப் ''பிடித்துத்'' தொட்டிகளில் சேமிக்கிறார்கள்.

மின்பகுப்புக்கு ஏராளமான மின்சாரம் அவசியம். ஆகவே நம்மிடம் மிக அதிகமான மின்சாரம் இருந்தால்தான் நாம் கணிசமான அளவில் நீரகத்தைப் பெற முடியும். அணு மற்றும் வெப்ப அணு மின்சார நிலையங்கள் இயங்குகின்ற பொழுதுதான் இவ்வளவு அதிகமான மின்சாரம் நமக்குக் கிடைக்கும்.

அப்பொழுது கீழ்வரும் சங்கிலித் தொடரைக் காண முடியும்: அணுச் சிதைவு — மின்சாரம் — மின்பகுப்பு — நீரகம், இஞ்சின்களுக்கு எரிபொருள்.

இச் சங்கிலித் தொடர் வேலை செய்கின்றபொழுது எப்படிக் காட்சியளிக்கும் என்பதைப் பற்றி பொறியியலாளர்கள் திட்டங்களைக் கூடத் தயாரித்துவிட்டார்கள். கடல்களிலும் சமுத்திரங்களிலும் மிதக்கின்ற அணு மின்சார நிலையங்கள் அமைக்கப்படும். அவற்றிலிருந்து கிடைக்கின்ற மின்சாரம் நீரகத்தை உற்பத்தி செய்

---

* மிஹயீல் லமனோசவ் (1711 — 1765) — பிரபல ருஷ்ய இயற்கை விஞ்ஞானி, சிறந்த கவிஞர், கலைஞர், வரலாற்றாசிரியர். — ப-ர்.

வதற்கு உபயோகிக்கப்படும். இந்த நீரகம் குழாய்களின் மூலம் தலை நிலத்துக்குக் கொண்டுவரப்படும். அங்கே இந்த இலேசான வாயு பாக்டரிகளில் திரவமாக மாற்றப்படும், பிறகு குழாய்கள் அல்லது தொட்டிகளில் வாடிக்கையாளர்களுக்கு விநியோகிக்கப்படும்.

ஆனால் இது சுலபமான வேலை என்று நினைக்க வேண்டாம். திரவ நீரகம் அறையிலுள்ள வெப்பநிலையில் கூடச் சீக்கிரமாக நீராவியாகிவிடும். ஆகவே அது வைக்கப்பட்டிருக்கும் தொட்டி இறுக்கமாக மூடப் பட்டிருக்க வேண்டும். அப்படிச் செய்தால் நீர கத்தின் நீராவி மூடிக்குக் கீழே திரண்டு அந்தத் தொட்டி வெடித்து விடும். எனவே நீரகத்தைத் திறந்த தொட்டிகளில் சேமிக்க வேண் டும். அவை வெடிக்காதிருக்கின்ற அளவுக்கு மட்டும் திறந்திருக்க வேண்டும், இயன்ற அளவுக்கு நீரகத்தைத் தக்க வைக்கின்ற அள வுக்கு மூடப்பட்டிருக்கவும் வேண்டும். நீரக இழப்பை மிகக் குறை வாக வைத்திருக்க நீரகத்தை பூஜ்யத்துக்குக் கீழே 200–250°Cக்கு குளிர்ச்சிப்படுத்த வேண்டும். இப்படிப்பட்ட குளிர்ச்சிப்படுத்தும் அமைப்பைக் கட்டுவது கடினம். அதிலும் கார்வண்டிகளின் எரிபொ ருள் தொட்டி சாதாரண பெட்ரோல் தொட்டியைக் காட்டிலும் பெரியதாக இருக்க கூடாது என்ற நிலையில் இது மிகக் கடினம்.

* * *

நாம் இதுவரை விவாதித்தவற்றை மறுபடியும் திருப்பிப் பார்த்து சில முடிவுகளுக்கு வருவோம்.

சக்தியைப் பெறக் கூடிய இரண்டு முறைகளைப் பற்றி நாம் படித்தோம்.

முதல் முறைக்கு அடிப்படை எரிபொருள் ஆகும். எரிபொருள் **இரசாயன சக்தியைக்** கொண்டிருக்கிறது. நாம் எரிபொருளை எரிக் கும் பொழுது இரசாயன சக்தியை **வெப்பச் சக்தி**யாக மாற்று கிறோம். எரிபொருளின் மூலம் சக்தியைப் பெறுகின்ற முறைதான் இன்று உபயோகிக்கப்படுகின்ற முக்கியமான முறையாகும்.

இரண்டாவது முறைக்கு அடிப்படை அணுக்கரு. அதில் **அணுசக்தி** அல்லது **அணுக்கருவின் சக்தி** சேமிக்கப்பட்டிருக்கிறது. நாம் அணுக் கருவைப் பிளக்கும் பொழுது நாமும் அணுசக்தியை **வெப்பச் சக்தி** யாக மாற்றுகிறோம். நாம் சீக்கிரத்தில் அணுக்கரு இணைப்பின் மூலம் வெப்பச் சக்தியைப் பெறப்போகிறோம். எதிர்காலத்தில் இது வே முக்கியமான முறையாக இருக்கும்.

இந்த இரண்டு முறைகளுக்கும் இடையிலுள்ள அவசியமான இணைப்பு — வெப்பம், **வெப்பச் சக்தி**யே. எரிபொருள் முறை, அணு சக்திமுறை ஆகிய இரண்டில் எதைப் பின்பற்றினாலும் மக்கள் வெப்பத்தை உபயோகிக்காமலிருக்க முடியாது, அநேகமாக அது ஒரு போதும் முடியாது.

ஆனால் இந்த இரண்டு முறைகள் மட்டுமே உள்ளன என்று சொல்ல முடியாது. மனித குலம் சக்தியின் மற்ற ஆதாரங்களையும் பெற்றிருக்கிறது, எனவே அதைப் பெறுவதற்கு வேறு வழிகளும் உண்டு. இவற்றில் சில வழிகள் நெடுங்காலமாகவே உபயோகிக்கப் பட்டு வருகின்றன; மற்றவை இப்பொழுதுதான் ஆராய்ச்சி செய்யப் படுகின்றன.







48 தண்ணீரிலுள்ள சக்தியை நாம் எப்படிப் பயன்படுத்துகிறோம்?

நீங்கள் ஏதாவதொரு சந்தர்ப்பத்தில் பின்வரும் காட்சியைப் பார்த்திருக்கலாம். ஒரு மரத் தொட்டியில் ஓடிவருகின்ற தண்ணீர் ஒரு சக்கரத்தின் மீது விழுகிறது. அச் சக்கரம் சுழன்று ஒரு பெரிய, தட்டையான கல்லை, அரவைக்கல்லை இயக்குகிறது. அந்தக் கல் லின் நடுவிலிருக்கும் துளையில் தானியம் விழுகிறது. அரவைக்கல் அடியிலிருக்கின்ற கல்லின் மீது சுழன்று தானியத்தை மாவாக அரைக் கிறது. மாவு அருவியைப் போலக் கொட்டுகிறது. மாவை சாக்கு களில் அடைத்து வண்டிகளில் ஏற்றிக் கொண்டுபோகிறார்கள். இதுதான் பல நூற்றாண்டுகளாக மனிதர்களுக்குச் சேவை செய்து வந்துள்ள பிரபலமான தண்ணீர் அரவை மில்.

ஆகவே இப்படிப்பட்ட மில்கள் தானியத்தை அரைக்கின்றன; பட்டறைகள் பாய்மரக் கப்பல்களுக்கு நங்கூரங்களும் குதிரை லாடங் களும் தயாரிக்கின்றன. இத்தகைய சிறு பட்டறைகளில் பலவித மான இயந்திரங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆனால் அவை அனைத் துக்கும் தேவையான சக்தி ஒரே இடத்திலிருந்து, தண்ணீரிலிருந்து தான் கிடைத்தது.

மனிதர்கள் இதை எப்பொழுதும் புரிந்து கொண்டார்கள் என்று சொல்ல முடியாது. மத்திய காலத்தில் வெனிஸ் நகரத்தில் ஒரு விசேஷமான ஏரி இருந்தது. அங்கே பொறியியல் தொழிலாளர் களுக்கு இடையில் போட்டிகள் நடைபெறும். அவர்கள் அந்த ஏரியின் சலனமில்லாத தண்ணீரைக் கொண்டு இயந்திரங்களை இயக்குவதற்கு முயற்சி செய்தார்கள். அவர்களுடைய முயற்சிகள் எத்தகைய பலனையும் கொடுக்கவில்லை. அவர்கள் அதற்குப் பல காரணங்களைக் கூறினார்கள். தண்ணீர் மிகவும் குளிர்ச்சியாக இருக்கிறது என்று சிலர் கூறினார்கள், சூரியன் மிகவும் வெப்பமாக இருக்கிறது என்று வேறு சிலர் கூறினார்கள். ஆனால் அவர்களு டைய தோல்விக்கு முக்கியமான காரணம் முற்றிலும் வேறாகும். தண்ணீர் ஓடவில்லை என்பதே அதற்குக் காரணம்...

ஆறுகள் எங்கிருந்து வருகின்றன, அவை எங்கே போகின்றன? அவை மலைகளில் உற்பத்தியாகி கீழே சமவெளிகளை நோக்கிப் பாய்கின்றன, கடைசியில் கடலில் சங்கமமாகின்றன. அவற்றை இயக்குவது எது? ஆறுகளில் பாய்கின்ற ஏராளமான தண்ணீரை ஆயிரக் கணக்கான மைல்களுக்கு அப்பாலுள்ள கடல்களை நோக்கிச் செலுத்துகின்ற சக்தி எது? அந்த சக்தி புவி ஈர்ப்பு விசையே. ஏனென் றால் டம்ளரிலிருந்து தண்ணீர் கீழே கொட்டும்பொழுது அது எப் பொழுதும் தரையை நோக்கியே விழுகிறது.

அப்படியானால் எப்பொழுதும் கீழ் நோக்கியே பாய்கின்ற தண்ணீர் முதல் கட்டத்தில் மலைக்குச் சென்றது எப்படி? அங்கே அதைக் கொண்டு போய் வைத்த மாபெரும் சக்தி எது? அந்த சக்தி சூரியனே.

சூரிய ஒளி பாறைகளையும் மணலையும் தாவரங்களையும் மட்டும் சூடாக்கவில்லை. அது சமுத்திரங்களிலும் கடல்களிலும் ஏரிகளிலும் உள்ள தண்ணீரையும் சூடாக்குகிறது. தண்ணீர் நீராவியாக மாறி காற்றுமண்டலத்தில் மேலே போகிறது; அது நிமிடத்துக்கு ஒரு பில்லியன் டன் தண்ணீரை நீராவியாக மாற்றி மேலே கொண்டு போகிறது. நீராவி காற்றுமண்டலத்தின் குளிர்ந்த பகுதிகளை அடைந்ததும் அது மறுபடியும் தண்ணீராக மாறுகிறது. தண்ணீர்த்துளிகள் மழையாக அல்லது பனியாக பூமியின் மீது விழுகின்றன. இங்கே அவை நீரோட்டங்களாக அல்லது ஆறுகளாக ஓடி மறுபடியும் தண்ணீரைக் கடலுக்குக் கொண்டு செல்கின்றன. இங்கே ஒரு சக்கர வளையத்தைப் பார்க்கிறோம்...

இதை இயற்கையின் தண்ணீர் வளையம் என்று கூறுகிறோம்.

தண்ணீர் ஆயிரக்கணக்கான வருடங்களாக மனித குலத்துக்குச் சேவை செய்திருப்பதைப் போல இப்பொழுதும் உதவி செய்கிறது. அது தானியத்தை அரைக்கிறது, கொல்லனுடைய உலையில் நெருப்பை எரிய வைக்கிறது. அத்துடன் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்வது இப்பொழுது அதன் முக்கிய கடமை.

ஒரு நதியின் பாதையில் அணை கட்டப்படுகிறது. அணையில் சில கால்வாய்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. கால்வாயில் ஓடி வருகின்ற தண்ணீர் கத்திகளைக் கொண்ட சக்கரம் அதாவது ஒரு தண்ணீர் டர்பைன் மேல் விழுகிறது; ஒரு துடுப்பு டர்பைனை ஒரு ஜெனரேட்டருடன் இணைக்கிறது.

நதியில் ஓடிவருகின்ற தண்ணீரை அணை தடுக்கிறது, தண்ணீர் மட்டம் மேலே உயர்கிறது. அது எவ்வளவு அதிகமாக உயர்கிறதோ அவ்வளவு அதிகமான சக்தியைத் திரட்டுகிறது. கால்வாயின் மூடியைத் திறந்ததும் தண்ணீர் ஓடிவந்து டர்பைன் மீது விழுந்து டர்பைன் கத்திகளை பிரம்மாண்டமான சக்தியுடன் சுழற்றுகிறது. அதனுடன் சேர்ந்து மின்சார ஜெனரேட்டரும் சுற்றுகிறது, மின்சார சக்தி உற்பத்தியாகிறது.

அணைக்கட்டு, டர்பைன்கள், ஜெனரேட்டர்கள் — இவை **நீர் மின்சார நிலையம்** என்று சொல்லப்படுகின்றன.

சோவியத் யூனியனில் பல மாபெரும் நதிகள் இருக்கின்றன. இவற்றில் எப்பொழுதும் அதிகமான தண்ணீர் ஓடிக் கொண்டிருக்கும். சோவியத் யூனியனின் ஐரோப்பியப் பகுதியில் வோல்கா, நீப்பர், காமா மற்றும் இதர பெரிய நதிகள் அனைத்திலும் மின்

சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. வோல்கா நதியில் தொடர் வரிசையாகப் பல மின்சார நிலையங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நீப்பர் நதியின் பாதையிலும் பல மின்சார நிலையங்கள் இருக்கின்றன.

சைபீரியாவின் நதிகளில் இன்னும் உபயோகிக்கப்படாத சக்தி ஏராளமான அளவில் இருக்கிறது. எனவே அங்கே அந்த நதிகளைப் போலவே சக்திமிக்க மாபெரும் மின்சார நிலையங்கள் கட்டப்பட்டிருக்கின்றன. உலகத்தின் மிகப் பெரிய நீர் மின்சார நிலையம் எனிசேய் நதியின் கரைகளில், கிராஸ்னோயார்ஸ்க் நகரத்தின் அருகில் நிர்மாணிக்கப் பட்டிருக்கிறது. இதைக் காட்டிலும் பெரிய அளவில் சயானோ-ஷூஷென்ஸ்காயா மின்சார நிலையம் எனிசேய் நதியில் கட்டப்பட்டுவருகிறது. எனிசேய் நதி செங்குத்தான சரிவுகளைக் கொண்ட ஆழமான மலையிடுக்கின் வழியாகப் பாய்கின்ற இடத்தில் உயரமான சிமெண்ட் அணை கட்டப்படுகிறது. அதில் பத்து நீர் இணையங்கள் இருக்கும். தண்ணீர் டர்பைனும் ஜெனரேட்டரும் ஒரு நீர் இணையம் என்று சொல்லப் படுகிறது.

ஒரு நீர் மின்சார நிலையத்தைக் கட்ட அதிகமான பணம் செலவாகும் என்றாலும் அது மிகவும் மலிவான மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. ஏனென்றால் அந்த சக்தியின் ஆதாரம், அதாவது சூரிய ஒளி இலவசமாகக் கிடைக்கிறது. சூரியனை ஒரு பம்பு என்று நாம் வர்ணித்தோமே அது நினைவிருக்கிறதா?

தண்ணீருக்கு சூரியன் மட்டுமே சக்தியைக் கொடுப்பதாக நினைக்க முடியாது. நம்முடைய ''இரவு நேரச் சூரியனாகிய'' சந்திரனும் அதே காரியத்தைச் செய்கிறது. அது தண்ணீரைச் சூடாக்குவதில்லை, நீராவியை வானத்துக்கு அனுப்புவதில்லை. அது தன்னுடைய ஈர்ப்பு விசையின் மூலம் செயல்படுகிறது.

வானமண்டலத்தில் இருக்கும் கோளங்கள் அனைத்தும் ஈர்ப்பு விசையைக் கொண்டிருக்கின்றன என்பது நமக்குத் தெரிந்ததே. இந்த ஈர்ப்பு விசை அந்தக் கோளத்தின் எடையை அல்லது இன்னும் துல்லியமாகச் சொல்வதென்றால் அதன் பொருண்மையைப் பொறுத்திருக்கிறது. அதன் பொருண்மை எவ்வளவு அதிகமோ அவ்வளவு அதிகமான சக்தியுடன் அது எல்லாவற்றையும் தன்னை நோக்கி இழுக்கிறது. ஆனால் பொருள்கள் ஒன்றுக்கொன்று எவ்வளவு தள்ளியிருக்கின்றனவோ அவ்வளவுக்கு ஈர்ப்பு விசை பலவீனமாக இருக்கும். அவை எவ்வளவு பக்கத்தில் இருக்கின்றனவோ அவ்வளவுக்கு பலமுடையதாக இருக்கும்.

பூமிக்கு மிகவும் பக்கத்திலிருக்கின்ற விண்வெளிப் பொருள் சந்திரனே. அது பூமியின் மீதும் பூமியிலிருக்கின்ற எல்லாவற்றின் மீதும் தன்னை நோக்கி வன்மையான சக்தியைப் பிரயோகிக்கிறது. சந்

திரன் ஒரே இடத்தில் நிலையாக இருப்பதில்லை, அது பூமியைச் சுற்றிச் சுழல்கிறது. அப்படிச் சுழலும் பொழுது அது தனக்குக் கீழே உள்ள எல்லாப் பொருள்களையும் ''மேலே தூக்குகிறது''. நிலத்தில் இதன் விளைவைப் பார்க்க முடியாது. ஆனால் சமுத்திரங் களில் இது ஒரு அலையை ஏற்படுத்துவதால் அதை நாம் பார்க்க முடியும். ஒவ்வொரு நாளும் இரண்டு முறை—துல்லியமாக ஒரே சமயத்தில்—இந்த அலை சமுத்திரங்கள், கடல்களின் குறுக்கே செல் கிறது. தண்ணீர் மிகப் பெரிய அளவில் மேலே எழும்பிப் பிறகு கீழே விழுகிறது. கடற்கரையில் கடல் பொங்கி பின் வழிகிறது.

''சந்திர'' அலைகள் உலகத்திலுள்ள நீர் மின்சார நிலையங்கள் எல்லாவற்றிலும் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்ற சக்தியைக் காட்டிலும் நூறு மடங்கு அதிகமான சக்தியைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆனால் இந்த சக்தி சமுத்திரங்களின் விரிவான பரப்பு முழுவதிலும் கரைந்து விடுகிறது, அதைப் ''பிடிக்க'' முடியாது என்பது உண்மையே. பசிபிக் சமுத்திரத்துக்கு நடுவில் ஒரு நீர் மின்சார நிலையத்தை யாராவது கட்டுவார்களா? எனினும் அந்த சக்தியில் சிறு ''பகுதி களை'' நாம் கைப்பற்ற முடியும்.

அதைப் பின்வரும் முறையில் செய்கிறார்கள். குறுகலான வாயு டைய வளைகுடாவைத் தேர்ந்தெடுத்து அந்த வாயின் குறுக்கே அணையைக் கட்டுகிறார்கள். அணையில் டர்பைன்களும் ஜெனரேட் டர்களும் அமைக்கப்படுகின்றன. நீரோட்டம் மேலே எழும்பிக் கீழே வடிகின்றபொழுது தண்ணீர் பைப்புகளுக்குள் சென்று டர்பைன் களைச் சுழற்றுகிறது.

தண்ணீர் சாதாரணமாக மூன்று அல்லது நான்கு மீட்டர்கள் உயரத்துக்கு மேலே எழும்புகிறது; சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் ஒரு கட்டிடத்தின் உயரத்துக்கும் எழும்புகிறது. தண்ணீர் எவ்வளவு உயரமாக எழும்புகிறதோ அவ்வளவு அதிகமான சக்தியோடு டர்பைன் கத்திகளைச் சுழற்றுகிறது, ஆகவே அதிகமான சக்தியைத் தருகிறது. கிராஸ்னோயார்ஸ்க் நீர் மின்சார நிலையத்தைப் போல மூன்று மடங்கு அதிகமான சக்தியைக் கொண்ட கடல் நீரோட்டச் சக்தி நிலையத்தை ஒகோத்ஸ்க் கடலின் வட பகுதியில் பென்ஷினா நதி கடலுடன் கலக்கும் இடத்தில் கட்ட முடியும் என்று சோவியத் விஞ்ஞானிகள் கருதுகிறார்கள்.

கடற்கரையில் கட்டப்படுகின்ற முதல் மின்சார நிலையங்கள் ஏற்கெனவே பிரான்சிலும் சோவியத் யூனியனிலும் கட்டப்பட்டிருக் கின்றன. கோலா தீபகற்பத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் நிலையம் பேரளவில் சக்தியை உற்பத்தி செய்யவில்லை என்பது உண்மையே.

ஆனால் சோவியத் விஞ்ஞானிகளும் பொறியியலாளர்களும் வடக்கு மற்றும் கிழக்குக் கடல்களின் கரையோரங்களில் கடல் நீரோட்டச் சக்தி நிலையங்களைக் கட்டுவதற்குப் புதிய திட்டங்களை ஏற்கெனவே தயாரித்திருக்கிறார்கள். வடக்கு மற்றும் கிழக்குப் பிரதேசங்களின் சக்தித் தேவை வருடந்தோறும் அதிகரித்துக் கொண்டிருக்கிறது. அத் தேவையை இந்த நிலையங்கள் பூர்த்தி செய்யும்.

சலனமற்றிருக்கின்ற தண்ணீரை உபயோகித்துச் சக்கரங்களை ஓட்டுவதற்கு மத்தியகாலப் பொறியியலாளர்கள் செய்த முயற்சிகளைப் பற்றி நாம் முன்னர் எழுதியது நினைவிருக்கிறதா? அவர்கள் வெற்றியடையவில்லை. சிறிது காலத்துக்கு முன்பு சோவியத் விஞ்ஞானிகள் இதற்கு ஒரு திட்டத்தைத் தயாரித்தார்கள்.

பெரிய அளவில் ஒரு சிலிண்டர் கடலுக்குள் அல்லது ஒரு பெரிய ஏரிக்குள் ஆழமாக இறக்கப்படுகிறது; அந்தச் சிலிண்டரின் வாய் மூடியில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மூடிகளைக் கொண்ட பைப்புகள் அமைந்திருக்கின்றன. பைப்புகளுக்குள் டர்பைன்களும் ஜெனரேட்டர்களும் இருக்கின்றன. மூடிகளைத் திறந்தவுடன் பைப்புகளின் மூலம் சிலிண்டருக்குள் தண்ணீர் சென்று டர்பைன்களின் மீது பாய்ந்து அவற்றைச் சுழலச் செய்கின்றன. சிலிண்டர் பூராவும் தண்ணீர் நிறைகின்றவரையிலும் டர்பைன்கள் தொடர்ந்து சுழலும். பிறகு அவை நின்றுவிடும்.

இத்தகைய நிலையங்கள் தொடர்ச்சியாக இயங்க முடியாதென்றால் அவற்றை எதற்காகக் கட்ட வேண்டும்? காலையில் தொழிற்சாலைகளில் வேலை ஆரம்பமாகி நாள் முழுவதும் நடைபெறுகின்றது; மாலையில் வீடுகளிலும் தெருக்களிலும் விளக்குகள் எரிய வேண்டும். நாடக, திரைப்பட அரங்குகளில் மின்சாரத்தை உபயோகித்துக் காட்சிகள் நடைபெறுகின்றன. இவை அனைத்துக்கும் ஏராளமான மின்சாரம் அவசியமாக இருக்கிறது. ஆனால் இரவில் குறைவான மின்சாரமே உபயோகிக்கப்படுகிறது.

மின்சார நிலையங்களில் எல்லா ஜெனரேட்டர்களும் காலையிலும் மாலையிலும் முழு அளவுக்கு இயங்கி மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கின்றன. இரவில் மின்சார உற்பத்தி அவசியமில்லாதபடியால் அவை நிறுத்தப்படுகின்றன. கடலுக்கு அடியில் அமைக்கப்பட்டுள்ள மின்சார நிலையங்கள் உச்ச நிலை நேரத்தில் பூமியிலிருக்கும் மின்சார நிலையங்களுக்கு உதவி புரிகின்றன. ஆனால் இதைச் செய்வதற்கு பம்ப்புகளின் மூலம் தண்ணீரைச் சிலிண்டர்களிலிருந்து வெளியேற்ற வேண்டும். அப்பொழுதுதான் அவை பகலில் வேலை செய்ய முடியும் இரவு நேரங்களில் இதை மின்சார பம்ப்புகளைக் கொண்டு சுலபமாகச் செய்யலாம். ஏனென்றால் அப்பொழுது மின்சார நிலையங்களில் இதற்கு அவசியமான விசை இருக்கும். ஆகவே கடலுக்கு அடியில் அமைக்கப் பட்டுள்ள மின்சார நிலையங்

கள் மின்சார உற்பத்தியில் துணை நிலையங்களாகப் பயன் படுகின்றன.

எரிபொருளோ அல்லது தண்ணீரோ தாமாகவே சக்தியை உற்பத்தி செய்வதில்லை என்பதை நீங்கள் இப்பொழுது புரிந்து கொண்டிருப்பீர்கள். அவை சூரியனுடைய சக்தியின் ''சேமக் கலங்களாக'' மட்டுமே இருக்கின்றன.

அவை இல்லாமல் நாம் சமாளிக்க முடியாதா? நாம் சூரியனிலிருந்து நேரடியாக சக்தியைப் பெற முடியுமா? ஆம், அப்படிப் பெற முடியும். எப்படி என்பதைத் தெரிந்து கொள்வதற்கு அடுத்த அத்தியாயத்தைப் படியுங்கள்.











சூரிய ஒளியில் இருக்கின்ற சக்தி

''என்றும் சூரிய ஒளி இருக்கட்டும்'' என்று குழந்தைகள் பாடுகின்றன. சூரியன் பிரகாசிக்கும் கோடை காலம் அற்புதமான பருவம்; அப்பொழுது நாம் நீச்சடிக்கலாம், சூரிய ஒளியைப் பெறுவதற்காக கடற்கரையில் படுத்திருக்கலாம். சுவையான ஆப்பிள்களும் ருசியான, சிவப்பு தர்ப்பூசணிப் பழங்களும் கிடைக்கின்ற காலம் அது.

சூரிய ஒளி உடலுக்கு நிறத்தைக் கொடுப்பதற்காக மட்டும் ஏற்படவில்லை. அது சூரிய ஒளியின் செயல்களில் மிக அற்பமான விஷயம். அதைக் காட்டிலும் முக்கியமான செயல்கள் இருக்கின்றன.

பூமியில் வாழ்கின்ற அனைத்து உயிர்களுக்கும் அடிப்படை சூரிய ஒளியே. சூரிய ஒளியினால்தான் மொட்டுகள் மலர்கின்றன, பழங்கள் பழுக்கின்றன, தானியங்கள் முதிர்கின்றன, மரங்கள் ஆகாயத்தை நோக்கி வளர்கின்றன. இரத்தினக் கம்பளம் விரித்ததைப் போல பூமியைப் பசுமையான புல் போர்த்துவது சூரிய ஒளியினால்தான்.

ஆனால் தண்ணீர் இல்லாத பாலைவனங்களில் சூரிய ஒளி மணலை நெருப்பாக மாற்றுகிறது, கற்கள் நொறுங்குகின்றன. இங்கே வாழ்வு தருகின்ற சூரிய சக்தி அழிவுச் சக்தியாக மாறுகிறது.

சூரிய சக்தி வீணாவது பாலைவனங்களில் மட்டுமல்ல. சூரியனுடைய ஒவ்வொரு கதிரும் ஒரு புல் அல்லது இலையை அடைவதாகச் சொல்ல முடியாது. சூரியன் நகரங்களில் உள்ள தார் அல்லது சிமெண்ட் சாலைகளையும் வீடுகளின் கூரைகளையும் சூடாக்குகிறது. இந்த ''உபரி'' சக்தியை எப்படி உபயோகிப்பதென்று மனிதர்கள் நெடுங்காலமாகவே சிந்தித்திருக்கிறார்கள்.

பலவிதமான சூரிய ஒளிச்சக்திக் கருவிகள் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவற்றில் மிகச் சாதாரணமானது உருப்பெருக்கும் லென்ஸ். அது சூரிய ஒளியை மெல்லிய கதிராக ஒன்று குவிக்கிறது. இக்கதிர் காகிதத்தின் மீது அல்லது கட்டையின் மீது பட்டால் அந்த இடம் தீப் பிடித்து எரியும். இந்த லென்ஸ் எவ்வளவு பெரிதாக இருக்கிறதோ அவ்வளவுக்கு சக்திவாய்ந்ததாக ஒளிக்கதிர் இருக்கும். சிறு லென்சைக் கொண்டு உங்கள் உடையில் ஒரு பொத்தலை ஏற்படுத்த முடியும். ஒரு தேநீர்க் கெட்டிலைக் கொதிக்க வைப்பதற்கு டிராக்டர் சக்கரத்தைப் போன்ற பெரிய லென்ஸ் வேண்டும். ஒரு வாளி அல்லது பீப்பாய் தண்ணீரைச் சூடாக்குவதற்கு? அதற்கு இன்னும் பெரிய லென்ஸ் வேண்டும். ஆனால் சூரிய சக்தியைப் பெறுவதற்கு இது மிகச் சிறந்த வழியல்ல.

விண்வெளிக் கப்பல்களில் மின்சார சக்தியைப் பெறுவதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்ற சூரிய பாட்டரிகளைப் பற்றி நீங்கள் கேள்விப்பட்டிருக்கலாம். அவற்றின் வரைபடங்களைக் கூட நீங்கள் பார்த்திருக்கலாம். அவை சிறகுகளின் வடிவத்தில் அமைக்கப்பட்ட திறந்த

சன்னல்களைப் போல இருக்கின்றன. அவை விசேஷமான பொருள் களை—அரை கடத்திகளைக்—கொண்டு செய்யப்படுகின்றன. அவை சூரியத் துகள்களின் அடியிலிருந்து மின்சாரத்தைத் தயாரிக்கின்றன.

சாதாரண பாட்டரிகளுக்கு மின்சாரம் பாய்ச்சுவதற்கு சூரிய பாட்டரிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. எனவே விண்வெளிக் கப்பல் களில் எப்பொழுதும் மின்சார சக்தி இருக்கிறது.

சூரிய பாட்டரிகள் சிறந்த முறையில் இயங்குவதாக இப்பொழுது சொல்ல முடியாது. அவற்றின் மீது விழும் சூரிய ஒளியில் பத்தில் ஒரு பங்கு தான் மின் சக்தியாக்கப்படுகிறது. அவை விண்வெளிக் கப்பல்களில் மட்டுமே உபயோகிக்கப்படுகின்றன; ஏனென்றால் அங்கே வேறு எந்த வழியையும் பயன்படுத்தி சக்தியைப் பெற முடியாது.

ஆனால் இந்த பாட்டரிகள் இன்றிருப்பதைக்காட்டிலும் இன்னும் மும்மடங்கு சிறப்பாக இயங்குமானால் அவற்றை பூமியில் பயன் படுத்த முடியும். சூரிய சக்தி நிலையங்களைப் பாலைவனங்களில் அமைக்க முடியும். வெப்பமான மணலைப் பரந்த அரை மின்கடத்திப் ''போர்வையைக்'' கொண்டு மூடிவிட முடியும். சூரியக் கதிர்கள் இப் ''போர்வைக்குத்'' தமது சக்தியைத் தரும். அந்த சக்தி மின் சார சக்தியாக மாற்றப்படும். இந்த மின்சக்தி நிலையங்களில் சேகரிக்கப்பட்டு மின்சாரக் கம்பிகளின் மூலம் வீடுகள், கல்வி நிலை யங்கள் மற்றும் பாக்டரிகளுக்கு விநியோகிக்கப்படும்.

சூரியன் வெளிவிடுகின்ற சக்தி அனைத்துமே பூமியின் மேற்பரப் புக்கு வந்துசேருவதாகச் சொல்ல முடியாது. பூமி அடர்த்தியான காற்று மண்டலத்தினால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. அதில் மேகங்கள், பாக்டரிகள் வெளியேற்றுகின்ற கரும்புகை மற்றும் தூசி நிறைந் திருக்கின்றன. சூரியனின் கதிர்களுக்குத் தடைகள் ஏதுமில்லாத விண்வெளியில் ''அரைகடத்தி'' மின்சார நிலையத்தை நிறுவுவதற்கு விஞ்ஞானிகள் முயற்சிகளைச் செய்து கொண்டிருக்கிறார்கள். இந்த நிலையத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்ற மின்சாரம் சக்திமிக்க மின்காந்தக் கற்றையாக மாற்றப்பட்டு பூமியை நோக்கிச் செலுத் தப்படும். பூமியில் இக்கற்றை மறுபடியும் மின்சாரமாக மாற்றப் படும்.

விஞ்ஞானிகள் இன்னொரு ''சூரிய ஒளித்'' திட்டத்தைப் பற்றி யும் சிந்தித்துக் கொண்டிருக்கிறார்கள். இத் திட்டம் இயற்கையினா லேயே முன்வைக்கப்படுகிறது.

தாவரங்களுக்கும் பிராணிகளுக்கும் சக்தியின் ஆதாரம் சூரிய ஒளி என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். மரம், செடி, கொடிகளின் இலைகள் சூரிய ஒளிக் கதிர்களைப் பேராசையுடன் கிரகிக்கின்றன. அந்த சக்தி தாவரங்களின் செல்களில் உள்ள ஒரு விதமான பொருள் களை வேறுவிதமான பொருள்களாக மாற்றுகின்றன. இவை சக்தி யைச் சேமிக்கின்றன—அது சூரிய சக்தியல்ல, இரசாயன சக்தி. நாம் ரொட்டியைச் சாப்பிடுகின்ற பொழுதும் பால் குடிக்கின்ற பொழு தும் இந்த சக்தியை உபயோகிக்கின்றோம். சூரியன் தாவரங்களுக்கு

சக்தியின் ஆதாரமாக இருப்பதைப் போல உணவும் மக்களுக்கு சக்தியின் ஆதாரமே.

சூரிய ஒளியை எப்படி உபயோகிப்பது என்பதைத் தாவரங் களிடமிருந்து நாம் கற்றுக் கொள்ள முடியுமானால் எவ்வளவு நன்றாக இருக்கும்! அப்பொழுது உயிருள்ள செல்களைக் காட்டிலும் ஒரு பில்லியன் மடங்கு அதிகமான சக்தியைக் கொண்ட செயற் கையான ''செல் பாக்டரிகளை'' நாம் தயாரிக்க முடியும்.

அப்பொழுது பாலைவனங்களில் அல்லது சூரிய ஒளி அதிகமாகக் கிடைக்கின்ற எல்லா இடங்களிலும் ஆச்சரியப்படத்தக்க சக்திக் களங்கள் தோன்றும். பின்வரும் விதத்தில் கற்பனை செய்து பாருங் கள்: சூரிய ஒளி அபரிமிதமாகக் கிடைக்கின்ற பாலைவனத்தில் ஒளி ஊடுருவக் கூடிய பைப்புகள் பாம்புகளைப் போலக் கிடக்கின்றன. ''உயிர்த்தன்மையைக் கொண்ட'', அல்லது இரசாயன விஞ்ஞானி கள் கூறுவது போல, அங்ககக் கரைசல்கள் இப் பைப்புகளில் ஓடும். இவை தாவர செல்களில் இருப்பதைப் போன்ற அதே கரைசல் கள். இவை சூரிய ஒளியைப் பேராசையுடன் கிரகிக்கின்றன, அவற் றில் இரசாயன சக்தி ''ஊட்டப் பெற்ற'' புதிய பொருட்கள் படைக்கப்படுகின்றன. பம்புகள் இக் கரைசல்களைத் தொழிற்சாலை களுக்கு அனுப்புகின்றன. அங்கே அவை வடிகட்டிகளின் வழியாகச் செலுத்தப்படும், அவற்றிலுள்ள சக்திமிக்க பகுதிகள் சேகரிக்கப் படும். பிறகு அந்தக் கரைசலில் அவசியமான பொருள்கள் சேர்க்கப் பட்டு மறுபடியும் சக்தியைத் தேடிச் செல்லும்படி அனுப்பப்படும்.

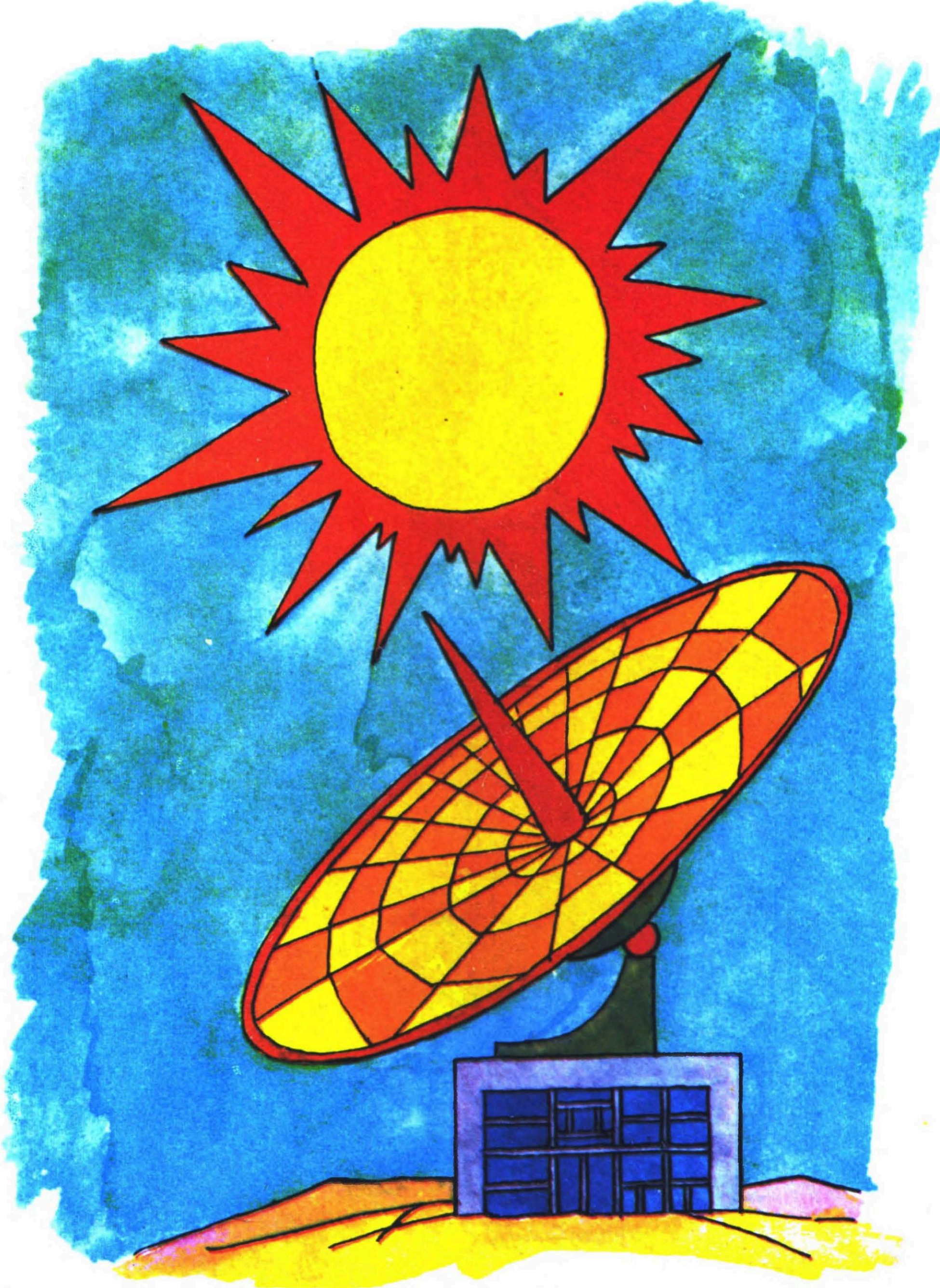
மனிதன் தோன்றிய காலத்திலிருந்து அநேகமாக இதே காரியத் தைத்தான் செய்து கொண்டிருக்கிறான். மண்ணில் விதைகள் ஊன் றப்படுகின்றன; அந்தச் செடி வளர்ச்சியடைந்து, சூரிய ஒளியிலிருந்து ஊட்டச் சத்துக்களைச் சேகரித்து முதிர்ச்சியடைகின்ற வரை மனி தன் காத்திருக்கிறான். பிறகு செடி பிடுங்கப்படுகிறது, எதிர்கால உபயோகத்துக்காக அதன் விதைகள் சேகரிக்கப்படுகின்றன. செடி களின் ''மேல் பகுதி'' (நெல், கோதுமை முதலியவைற்றில் விதை கள் அல்லது தக்காளிச் செடியில் பழங்கள்) அல்லது ''வேர்ப் பகுதி'' (உருளைக் கிழங்குகள், காரட்டுகள் அல்லது பீட்ரூட்டுகள்) உணவாக உபயோகிக்கப்படுகிறது.

செயற்கையான ''சூரிய ஒளிக்'' களத்துக்குப் பரந்த பிரதேசம் அவசியம். பூமியில் இத்தகைய பிரதேசங்கள் இருக்கின்றன. உதார ணமாக, ஆப்பிரிக்காவில் சகாரா பாலைவனம், ஆசியாவில் கோபி பாலைவனம், சோவியத் யூனியனில் காரகூம் பாலைவனம்.

இத்தகைய சூரியத் ''தோட்டங்களிலிருந்து'' மனிதகுலம் ஏராள மான சக்தியைப் பெற முடியுமா? ஆம், இப்பொழுது எல்லா எரி பொருளிருந்தும் கிடைக்கின்ற சக்தியைக் காட்டிலும் அறுபது மடங்கு அதிகமான சக்தியைப் பெற முடியும்.

மேலும் எரிபொருள் மற்றும் அணுசக்திச் சேமிப்புகளுடன் சூரிய சக்தியையும் சேர்ப்பது இயற்கைக்கு ஆபத்தல்ல. சூரிய சக்தி காற்று மண்டலம், தண்ணீர் அல்லது நிலத்தை அசுத்தப்படுத்துவதில்லை.

இது கவர்ச்சிகரமான வாய்ப்பு அல்லவா? இவை வெறும் கனவு கள்தானா? ஆம், தற்போதைய நிலையில் அப்படித்தான். ஆனால் விஞ்ஞானிகள் ஏற்கெனவே இந்த ஆராய்ச்சிகளில் ஈடுபட்டிருக்கிறார் கள். நாம் இந்தப் பிரச்சினையில் தீவிரமாக ஈடுபட்டுள்ளதால் சூரியக் களங்கள் கண்டிப்பாகத் தோன்றும் எனலாம்.







''**பயனீர்** விண்வெளிக் கப்பலின் இயக்கு முகப்பில் சிவப்பு விளக்கு எரிந்தது. உடனே அபாய அறிவிப்பு சமிக்கை ஒலிக்கத் தொடங்கியது. கம்பியூட்டருடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் செய்தித் தொடர்புப் பொத்தானை விமானி அழுத்தினார். கலவரமில்லாத எலெக்ட்ரானிக் குரல் பேசியது: 'நேர் எதிரே அடையாளம் தெரியாத பொருள் வந்து கொண்டிருக்கிறது. ஒன்றரை பார்செக்குகள் தூரம். அந்தப் பொருள் 2,00,000 கிலோமீட்டர் குறுக்களவைக் கொண்ட நட்சத்திரத்தைச் சுற்றி வட்டமான பாதையில் வந்து கொண்டிருக்கிறது. மற்ற விவரங்கள் பின்னர்...' விமானி ஒலிபெருக்கியின் பொத்தானை அழுத்திவிட்டு வேகமாக அறிவித்தார்: 'கமாண்டர் பிரதான இயக்கும் அறைக்கு வர வேண்டும்...' அடையாளம் தெரியாத பொருள், மர்மமான நட்சத்திரம். பயணக் குழுவினர் தங்களுக்கு ஏதுவுமே தெரியாத உலகத்தைச் சந்திக்கப் போகிறார்கள்...''

எதிர்கால விண்வெளிப் பயணத்தைப் பற்றி எழுதப்படுகின்ற எந்த நாவலிலும் இதைப் போன்ற ஒரு பக்கத்தைப் படிக்க முடியும். புதிய கிரகம் கண்டு பிடிக்கப்படுகிறது, அங்கே புல் நீல நிறத்தில் இருக்கிறது, வானம் கருப்பு நிறம். நட்சத்திரங்கள் மர்மமான முறையில் கண்சிமிட்டுகின்றன. நீங்கள் இப்படி எழுதப்பட்டிருக்கும் புத்தகங்களைப் படிக்கும் பொழுது எல்லா மர்மங்களுமே விண்வெளியில் தான் இருக்கின்றன என்று நினைப்பீர்கள். ஆனால் உண்மையிலேயே முக்கியமான மர்மம் நமது கால்களுக்குக் கீழே— பூமியின் ஆழத்தில் இருக்கிறது.

பூமிக்கு மேலே நூற்றுக்கணக்கான கிலோமீட்டர்கள் உயரத்துக்குப் பறந்து செல்வதில் மனிதர்கள் வெற்றியடைந்திருக்கிறார்கள். அவர்கள் சந்திரனில் இறங்கியிருக்கிறார்கள், செவ்வாய் மற்றும் வெள்ளி கிரகங்களை நோக்கி கிரகம் விட்டு கிரகம் செல்லும் தானியங்கி நிலையங்களை அனுப்பியிருக்கிறார்கள். ஆனால் பூமியின் அழமான பகுதிக்குள் போவதற்கு அவர்களால் இது வரை முடியவில்லை. ஒருசில இடங்களில் பதிமூன்று கிலோமீட்டர்கள் ஆழத்துக்குப் போய் எட்டிப் பார்ப்பதைத்தான் அவர்கள் செய்ய முடிந்திருக்கிறது. ஆனால் அதைக் காட்டிலும் அதிகமான ஆழத்தில் என்ன நடைபெறுகிறது? பூமியின் மத்தியப் பகுதியில் என்ன நடக்கிறது?

கடினமான மேல் ஓட்டைக் கொண்ட பருப்பைப் போன்றது பூமி. இந்த ஓடு புறப்பகுதி என்ற சொல்லப்படுகிறது. அதன் மத்தியப் பகுதி நெருப்பாக எரிந்து கொண்டிருக்கிறது. பூமியின் மத்தியப்பகுதியில் இருக்கும் வெப்பநிலை உலைக்களத்தைக் காட்டிலும் அதிகம். பூமியின் மத்தியப்பகுதியில் எல்லாமே குழம்பாக இருக்

கிறது. மேற்பரப்பை நெருங்கி வருகின்றபொழுது வெப்பநிலை குறைகிறது. ஆனால் இருபது கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் வெப்பம் மிகவும் அதிகமாகவே இருக்கிறது. சுமார் 600° சென்டிகிரேட் இருக் கிறது. குழம்பாக இருக்கும் பொருள் புறப்பகுதியை நொறுக்கிக் கொண்டு வெளியே வர முயற்சிப்பதைப் போல மிகவும் அதிகமாக அழுத்துகின்றது. அது புறப்பகுதியிலிருக்கும் வெடிப்புக்களின் மூல மாக மேலே வந்துவிடுவதும் உண்டு. அது மேலே வருகின்ற பொழுது தண்ணீர் குறுக்கிட்டால் அத் தண்ணீர் உடனடியாகக் கொதிக் கிறது. அது நீராவியாக மாறி புறப்பகுதியின் மூலம் வெளிவரு கிறது. இதைச் சுடுநீர் ஊற்று என்று கூறுகிறோம்.

தண்ணீரைச் சுட வைப்பதிலும் கொதிக்க வைப்பதிலும் அரிய எரிபொருள் ஏராளமாகச் செலவிடப்படுகிறது. ஆனால் இயற்கை யில் கிடைக்கின்ற இச் சூடான தண்ணீரை பைப்புகளின் மூலம் நக ரங்களுக்கும் கிராமங்களுக்கும் எடுத்துச் செல்ல முடியும். பல இடங் களில் இப்படிச் செய்யப்படுகிறது.

பூமிக்கு அடியிலிருக்கின்ற நீராவியும் சூடான நீரும் பைப்புகளின் மூலம் மின்சார நிலையங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. நீராவியைச் செலுத்தி டர்பைன்கள் இயக்கப்படுகின்றன, ஜென ரேட்டர் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. இது சாதாரண அனல் மின்சார நிலையத்தைப் போன்றதே. ஆனால் இந்த நிலை யங்களுக்கு நீராவிக் கொதிகலங்கள் அவசியமில்லை. அவை ஏற் கெனவே பூமிக்கு அடியில் இருக்கின்றன. இத்தகைய மின்சார உற்பத்தி நிலையங்கள் **புவிவெப்ப நிலையங்கள்** என்று சொல்லப் படுகின்றன. அவை பூமியின் அடியிலிருக்கின்ற வெப்பத்தையே தம்முடைய மூலப்பொருள்களாகக் கொண்டிருக்கின்றன.

சோவியத் யூனியனில் இத்தகைய முதல் நிலையம் கம்சாத்கா தீபகற்பத்தில் நிர்மாணிக்கப்பட்டது. அது 1966இல் ஓஸெர்னயா மீனவர் குடியிருப்புக்கு மின்சாரமும் வெப்பமும் கொடுத்தது. வீடு களுக்கும் தாவரங்கள் பயிரிடப்படுகின்ற மூடு தோட்டங்களுக்கும் வெப்பம் அளிக்கப்படுகிறது. அங்கே வசிப்பவர்களுக்கு தக்காளி, பார்ஸ்லி, வெள்ளரிக்காய் முதலியன அநேகமாக வருட முழுவதும் கிடைக்கிறது.

இத்தகைய புவிவெப்ப நிலையங்கள் மற்ற நாடுகளிலும் கட்டப் பட்டுவருகின்றன. பிரான்சில் பாரிஸ் நகரத்துக்குக் கீழே ஒரு சுடுநீர் ஏரி இருப்பது சமீபத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இச் சுடு நீரைச் சிறப்பான முறையில் எங்கே பயன்படுத்தலாம்—பாரிஸ் நகரத்தின் வீடுகளிலா அல்லது மின்சார நிலையங்களிலா—என்று விஞ்ஞானிகள் இப்பொழுது விவாதித்துக் கொண்டிருக்கிறார்கள்.

பூமிக்கு அடியில் கொதித்துக் கொண்டிருக்கின்ற குழம்பை உப

யோகிப்பதற்கு இப்பொழுது சுடுநீர் ஊற்றுக்களையோ அல்லது ஏரிகளையோ கண்டு பிடிப்பது அவசியமல்ல. பொறியியலாளர்கள் வேறு வழியைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

பூமியில் இரண்டு துளைகள் இடப்படுகின்றன. அவை பாதாளக் கால்வாயினால் இணைக்கப்படுகின்றன. கொதித்துக் கொண்டிருக்கும் படுகைகளுக்குள் முதல் குழாயின் மூலம் குளிர்ந்த நீர் செலுத்தப்படுகிறது, இரண்டாவது குழாயின் வழியாகச் சுடுநீரும் நீராவியும் மேற்பரப்புக்கு வருகிறது. பூமியின் மேற்பரப்புக்குக் கீழே எல்லா இடங்களிலும், மாஸ்கோவின் கீழ், சகாரா பாலைவனத்தின் கீழ், தூந்திராவின் கீழ் வெப்பம் இருக்கிறது. தூந்திரப் பிரதேசத்தில் ''பன்னிரண்டு மாதங்கள் குளிர்காலம், மற்ற மாதங்கள் கோடைகாலம்'' என்று வேடிக்கையாகச் சொல்வதுண்டு. எனவே பூமியின் வெப்பம் வேறு பகுதிகளைக் காட்டிலும் இங்கேதான் அவசியம். ஆனால் பூமியின் மடியிலிருக்கின்ற வெப்பத்தில் இது மிகவும் சிறிய பகுதியே. அதைப் பயன்படுத்துவதில் நாம் வெற்றியடைந்துவிட்டால் மனிதர்கள் இன்னும் ஆயிரக் கணக்கான வருடங்களுக்கு வாழ முடியும், உழைக்க முடியும்.

விண்வெளியில் பறப்பதைக் காட்டிலும் இது மிகவும் கடினமானதே. பூமியின் ஆழத்தை எட்டிப்பார்ப்பதற்கு மட்டுமே மேற்கூறிய துவாரங்கள் இது வரை உதவியுள்ளன. இயந்திரப் பற்களைக் கொண்ட இரும்புக் குழாய்கள் பூமிக்குள் சிறிது சிறிதாகச் செலுத்தப் படுகின்றன. பற்கள் பூமியைச் சுரண்டி மெதுவாகக் கீழே போகின்றன. ஆனால் அவை சில கிலோமீட்டர்கள் தூரம் தான் போக முடியும். ஆழம் மிகவும் அதிகமானால் நீண்ட இரும்புக் குழாய்கள் அவற்றின் எடையினாலேயே நொறுங்கிவிடும். எனவே பாதாளத்தில் தீவிரமான ஆராய்ச்சிகளைச் செய்வதற்கு முற்றிலும் புதிய வழிகளைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். ஒருவேளை விசேஷமான பாதாள வண்டியைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

சோவியத் யூனியனில் பொறியியலாளர்கள் குழியெலிகளின் செயல் முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டு இத்தகைய பாதாள வண்டியைத் தயாரித்திருக்கிறார்கள். குழியெலி தன்னுடைய கூர்மையான பற்களினால் பூமியைத் தோண்டுகிறது, பிறகு தலையை நிமிர்த்தி மண்ணை இறுக்குகிறது, உடனே மேலும் தோண்டிக் கீழே போகிறது.

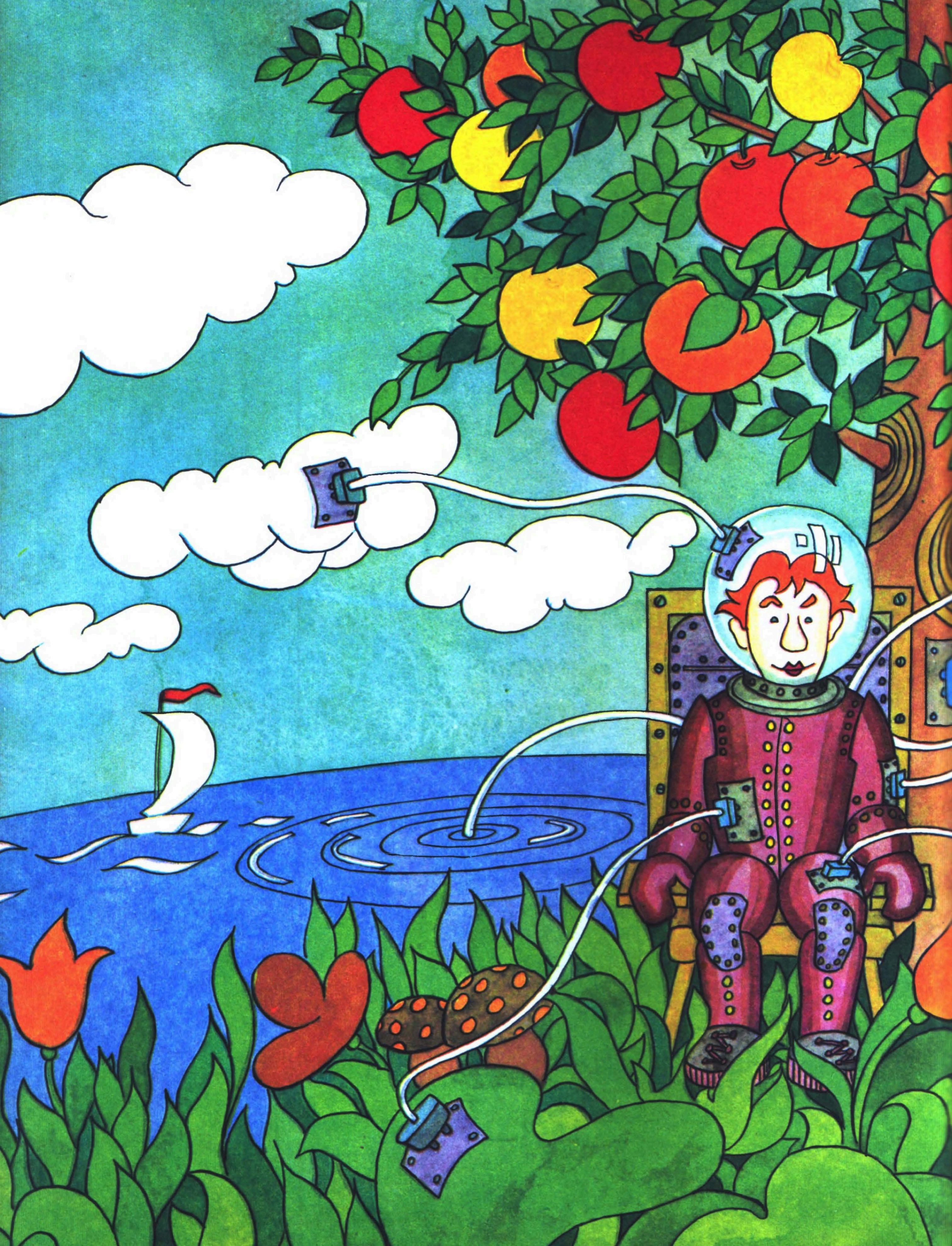
இயந்திரக் ''குழியெலிக்கு'' உறுதியான உலோகப் ''பற்கள்'', வலிமையான, சுழல்கின்ற ''கழுத்து'', இஞ்சின் முதலியன இருக்கின்றன. சோதனைகளின்போது இந்த வண்டி பாதாளத்தில் ஏழு கிலோமீட்டர் வரை சென்றது.

ஒருநாள் இப்படிப்பட்ட வண்டியில் பூமியின் மத்தியப்பகுதிக்குப் பிரயாணம் செய்வதைப் பற்றி நாம் விஞ்ஞான நாவலில் அல்ல— தினசரிப் பத்திரிகையில் படிக்கப் போகிறோம்.











நாம் மின்சாரத்தைப் பற்றி அநேகமாக ஒவ்வொரு அத்தியாயத்திலும் எழுதியிருப்பதை நீங்கள் கவனித்தீர்களா? வெப்பச் சக்தி, அணுசக்தி, தண்ணீரின் சக்தி—இப்படி எதைப் பற்றிப் பேசினாலும் நாம் முடிவில் ஒரு மின்சார நிலையத்துக்கு வந்துவிடுகிறோம்.

வெப்பச் சக்தியில் மூன்றில் ஒரு பகுதி மின்சார உற்பத்திக்குப் பயன்படுகிறது. ஆறுகளிலிருந்து நமக்குக் கிடைக்கின்ற எல்லா சக்தியுமே மின்சாரமாக மாற்றப்படுகிறது. அணுசக்தியும் கூட மின் சார சக்தியாக மாறினால்தான் நமக்குப் பயன்படும். இது தற்செயலானதல்ல.

சக்தியின் ''தகுதிமிக்க'' வடிவம் மின்சாரமே. அது எல்லாவற்றுக்கும் அல்லது அநேகமாக எல்லாவற்றுக்கும் பயன்படும்.

நம் யுகத்துக்கு அணு யுகம், இராக்கெட் யுகம், விண்வெளி யுகம் என்று பல பெயர்கள் கொடுக்கப் பட்டிருக்கின்றன. ஆனால் அதை ''மின்சார யுகம்'' என்று சொல்வது தான் மிகவும் பொருத்தமாக இருக்கும்.

இதை நிரூபிக்க வேண்டுமா? உங்களைச் சுற்றிப் பாருங்கள். நம்முடைய வீடுகளில் மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டிகள், தொலைக் காட்சிப் பெட்டிகள், வானொலிப் பெட்டிகள், மின்சார ரேஸர்கள், மின் விளக்குகள், மாடிகளுக்குப் போக லிஃப்ட்டுகள் இருக்கின்றன. தெருக்களில் டிராம்களும் டிராலி வண்டிகளும் செல்கின்றன. மின்சார ரயில் வண்டிகள், பூமிக்கடியில் மின்சார வண்டிகள் (மெட்ரோ), ஓடுகின்றன. தொழிற்சாலைகளில் லட்சக்கணக்கான இஞ்சின்கள், கம்பியூட்டர்கள், இதரவை இயங்குகின்றன. திடீரென்று மின்சாரம் இல்லாமற்போய்விட்டால் நம்முடைய வாழ்க்கை நூறு மடங்கு கடினமாகிவிடும்.

இயற்கையில் உடனடியாக உபயோகிக்கத்தக்க வகையில் மின் சாரம் கிடைப்பதில்லை. எப்பொழுதாவது வானத்தில் மின்னல் வெட்டுகிறது, இடி இடிக்கிறது. ஆனால் அது ஒரு சில வினாடிகள் மட்டுமே. இயற்கையிலிருந்து ''முன்னரே தயாரிக்கப்பட்ட'' நிலையில் நிலக்கரி, வாயு மற்றும் தண்ணீர்ச் சக்தி கிடைக்கின்றன. ஆனால் மின்சாரம் இப்படிக் கிடைப்பதில்லை. அது மனிதனுடைய அறிவினால் படைக்கப்பட்டது.

நெடுங்காலத்துக்கு முன்பு லுயீஜி கல்வானி என்ற பேராசிரியர் தன்னுடைய வீட்டில் மாணவர்களுக்குப் பாடங்கள் நடத்திக் கொண்டிருந்தார். அவருடைய மனைவி சமையலறையில் உணவு தயாரித்துக் கொண்டிருந்தாள். அவள் எஃகுக் கத்தியினால் தவளைகளை நறுக்கி வெள்ளீயத்தட்டின் மேல் வைத்துக் கொண்டிருந்தாள். அவள் திடீரென்று கத்தியைத் தவறவிட்டாள். கத்தி தோல் உரிக்கப் பட்ட தவளையின் காலின் மீது, கத்தியின் ஒரு முனை தட்டைத்

தொட்டபடி விழுந்தது. உடனே தவளையின் கால் வேகமாகத் துடித்தது. கல்வானியின் மனைவி ஆச்சரியமடைந்து உடனே தன் கணவரிடம் அதைப் பற்றித் தெரிவித்தாள். அவர் இந்தப் பரிசோதனையைப் பன்முறை செய்து பார்த்த பிறகு ''பிராணி மின்சாரம்'' என்பதைத் தான் கண்டுபிடித்திருப்பதாக முடிவு செய்தார். உயிருள்ளனவற்றில் இந்த மின்சாரம் இருக்கிறது, அது உடலின் தசைநார்கள் மற்றும் மூளையை இயக்குகிறது என்ற தத்துவத்தை உருவாக்கினார்.

ஆனால் அலெக்சாந்தர் வோல்டா என்ற தலைசிறந்த பௌதிகவியல் விஞ்ஞானி இந்தப் புதிருக்குச் சரியான விடையைக் கண்டுபிடித்தார். ''பிராணி மின்சாரம்'' என்பதை அவர் நம்பவில்லை. கல்வானியின் பரிசோதனைகளில் தவளையின் கால் துடித்ததை அவர் முக்கியத்துவமுடையதாக நினைக்கவில்லை. இரண்டு வித்தியாசமான உலோகங்களுக்கு—எஃகு மற்றும் வெள்ளீயம்—இடையில் ஏற்பட்ட தொடர்பின் விளைவாக மின் ஓட்டம் ஏற்பட்டது, தவளையின் கால் செப்புக் கம்பியைப் போல வெறும் மின் கடத்தியே என்பதை அவர் ஒன்பது வருடங்களுக்குப் பிறகு இதை நிரூபித்துக் காட்டினார். அவர் செப்பு மற்றும் வெள்ளீயத் தகடுகளைக் கொண்டு வோல்டா அடுக்கை அமைத்தார். அதற்கு கால்வானியின் பெயரைக் கொடுத்தார்.

இந்த அமைப்புகள் பல வருடங்களாக மின்சாரத்தின் மர்மங்களை ஆராய்ச்சி செய்வதற்கு விஞ்ஞானிகளுக்கு உதவின. முதலில் தயாரிக்கப்பட்ட மின் காந்தங்களுக்குத் தேவையான மின்னோட்டத்தை அவை கொடுத்தன. வி. வி. பெத்ரோவ் என்ற ருஷ்ய பௌதிகவியலாளர் அவற்றிலிருந்து வோல்டா ஆர்க்கைத் தயாரித்தார். அதுதான் மின்சாரத்திலிருந்து ஒளியை வெற்றிகரமாகத் தயாரித்த முதல் முயற்சியாகும்.

ஆனால் வோல்டா அமைப்பு மிகவும் பலவீனமானதாக இருந்தது. போதுமான அளவு மின்சாரத்தைத் தயாரிப்பதற்கு உயரமான, பருத்த ஸ்தூபிகளைக் கட்ட வேண்டியிருந்தது. அதனால் தான் அவற்றை ''அடுக்குகள்'' என்றார்கள் .

19ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் லண்டனில் ஒரு புத்தக பைண்டிங் கடையின் உரிமையாளர் பதினான்கு வயதுப் பையனை உதவியாளனாக வைத்திருந்தார். அவனுடைய தகப்பனார் கருமான், ஏழை. அவன் ஆரம்பக் கல்விகூடக் கற்கவில்லை. ஆனால் அவனுக்குப் படிப்பில் ஆர்வம் அதிகம். அவன் பெயர் மைக்கேல் ஃபாரடே. ஒரு நாள் பிரிட்டானிக்கா கலைக்களஞ்சியத்தை பைண்டு செய்கின்ற பொழுது அவன் மின்சாரத்தைப் பற்றிய கட்டுரையைப் படித்தான். மின்சாரத்தின் அற்புதமான குணங்களை அறிந்து அவன் பிரமிப்படைந்தான். அவன் உலோகத் தகடுகளையும் கம்பிகளையும் உபயோகித்துப் பலவிதமான மின்சாரக் கருவிகளைச் செய்யத் தொடங்கினான். அக்கருவிகளை உபயோகித்துப் பரிசோதனைகளைச் செய்தான்.

மின்சார ஓட்டத்தைக் கொண்ட ஒரு கடத்தியைச் சுற்றி எப் பொழுதுமே காந்தக் களம் ஏற்படுகிறது என்பதை மைக்கேல் ஃபாரடே கண்டுபிடித்தார். இரும்புத் தூள் வட்டங்களைப் பற்றி முன்னர் எழுதியது உங்களுக்கு நினைவிருக்கிறதா? அதே விஷயம் தான் இது. ''மின்சக்தி காந்த சக்தியாக மாற்ற மடைகிறது!'' என்று அந்த சமயத்தில் விஞ்ஞானப் பத்திரிகைகள் எழுதின.

மின்சக்தியை காந்த சக்தியாக மாற்ற முடியும் என்றால் காந்த சக்தியை ஏன் மின்சக்தியாக மாற்றக் கூடாது? இதைப் பற்றி அடிக் கடி சிந்திக்க வேண்டும் என்பதற்காக ஃபாரடே தன்னுடைய கோட்டுப் பையில் இரண்டு காந்தங்களை வைத்துக் கொண்டார். அவர் நூற்றுக் கணக்கில் பரிசோதனைகளைச் செய்தார், டஜன் கணக்கில் கருவிகளைத் தயாரித்தார். கடைசியில், ஒன்பது வருடப் பரிசோதனைகளுக்குப் பிறகு 1831இல் அவர் தயாரித்த வரைபடம் ஒரு விஞ்ஞானப் பத்திரிகையில் வெளியிடப்பட்டது. படத்தில் இரண்டு காந்தங்களுக்கு நடுவில் ஒரு செப்பு வட்டத்தகடு வைக்கப்பட்டிருந் தது. அதற்குப் பக்கத்தில் ஒரு காந்த ஊசி இருந்தது. வட்டத்தகடு திரும்புகின்ற பொழுது காந்த ஊசியும் திரும்பியது. வட்டத்தகடு நிற்கும் பொழுது காந்த ஊசி ஆரம்ப நிலைக்குத் திரும்பும். வட்டத் தகடு திரும்பும் பொழுது காந்தங்கள் அதில் மின்சக்தியை ஏற் படுத்துகின்றன என்று ஃபாரடே விளக்கினார். மின்சக்தி காந்த சக்தியை ஏற்படுத்துவதால் ஊசி திரும்புகிறது. ''வட்டத்தகடு திரும்பு கின்ற பொழுது'' என்பது இங்கே மிக முக்கியம். அது சுற்றவில்லை என்றால் மின்சக்தி ஏற்படாது. அது சுற்றுகின்ற பொழுது ஏற்படு கின்ற **இயக்க சக்தி மின்சார**மாக மாற்றப்படுகிறது என்று இதைப் பற்றிக் கூறுகிறோம்.

ஃபாரடே உபயோகித்த கருவி மின்சார **இயந்திர ஜெனரேட்டர்** என்று சொல்லப்படுகிறது. அதாவது அது இயக்க சக்தியிலிருந்து மின்சக்தியைத் தயாரிக்கிறது. உண்மையான மின் ஆக்கி இதற்கு முப்பது வருடங்களுக்குப் பிறகே தயாரிக்கப்பட்டது. ஆனால் ஃபார டேயின் பரிசோதனைகள் நவீன மின் சக்தியியலுக்கு அடிப்படை களைத் தயாரித்தன. இன்று அநேகமாக எல்லா மின்சக்தியுமே மின்சார இயந்திர ஜெனரேட்டர்களினால் உற்பத்தி செய்யப்படு கிறது. அவை வெவ்வேறு பெயர்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஒரு ஜெனரேட்டரை நீராவி டர்பைன் இயக்கினால் அதற்கு டர்போ ஜெனரேட்டர் என்று பெயர். அதைத் தண்ணீர் டர்பைன் இயக் கினால் அதற்கு ஹைட்ரோ ஜெனரேட்டர் என்று பெயர். ஆனால் இது இயந்திரத்தின் தன்மையை மாற்றுவதில்லை. ஃபாரடே தயா ரித்த இயந்திரத்தில் செப்பு வட்டத்தகடு இருந்தது, ஆனால் நவீன ஜெனரேட்டர்களில் அது இல்லை என்பது உண்மையே. எனினும் காந்தக் களத்தில் சுற்றுகின்ற செப்புக் கம்பிகளிலிருந்தே இன்னும் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

ஃபாரடேயின் கண்டுபிடிப்புக்குச் சில வருடங்களுக்குப் பிறகு

1838இல் ருஷ்ய விஞ்ஞானியான பி. எஸ். யகோபி முதல் மின்சார இஞ்சினைத் தயாரித்தார். அவருடைய மின்சார இஞ்சின் எல்லாவற்றையுமே எதிர்வழியில் செய்தது. அது மின்சக்தியை இயக்கமாக மாற்றியது. யகோபி அதை ஒரு படகில் பொருத்தினார். அந்தப் படகுக்கு ''யகோபியின் மின்சாரப் படகு'' என்று பெயரிடப்பட்டது. அந்தப் படகை நேவா ஆற்றில் வெள்ளோட்டம் விட்டார். ''மின்சார இயந்திரவியல் விசையினால் செலுத்தப் பட்ட படகு... பலத்த காற்று வீசிக் கொண்டிருந்த நேரத்தில் 12 பிரயாணிகளுடன்... நீரோட்டத்தை எதிர்த்து சில மணி நேரங்கள் ஆற்றில் சென்றது'' என்று அன்றைய தினத்தில் வெளிவந்த பத்திரிகைகள் தெரிவித்தன.

இந்த இரண்டு கண்டுபிடிப்புகளும் மின்சார யுகம் தொடங்கி விட்டதை எடுத்துக் காட்டின.

புதுமை உடனே வரவேற்கப்படுவதில்லை. மின்சாரமும் உடனடியாக அங்கீகரிக்கப்படவில்லை. 1876இல் பாரிசின் சாலைகளில் ''ருஷ்ய விளக்கு''—யாப்ளச்கோவ் தயாரித்த சாலை விளக்குகள்—எரிந்த பிறகுதான் மக்கள் அதை நம்பினார்கள்.

மின்சாரம் என்பது என்ன? மின்னோட்டம் என்பது எலெக்ட்ரான்களின் பாய்ச்சல் என்று பாடப்புத்தகங்கள் கூறுகின்றன. அணுவின் அமைப்பு உங்களுக்கு நினைவிருக்கிறதா? அதன் மத்தியிலிருக்கும் அணுக்கருவைச் சுற்றி அதனுடன் பிணைக்கப்பட்டிருப்பதைப் போல எலெக்ட்ரான்கள் சுழல்கின்றன. ஆனால் எல்லா எலெக்ட்ரான்களும் அணுக்கருவுடன் துல்லியமாக ஒரே முறையில் ''பிணைக்கப்பட்டிருக்கவில்லை''. சில உறுதியான முறையில் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மற்றவை அப்படியல்ல. பலவீனமான முறையில் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் எலெக்ட்ரான்கள் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கின்றன. அவை தமது அணுவை விட்டுச் சுலபமாக வெளியேறிப் ''பிரயாணிகளாக'' மாறுகின்றன. குறிப்பாக, உலோகங்களில் சுதந்திரமான எலெக்ட்ரான்களை அதிகமாகப் பார்க்கின்றோம். அங்கே அவை விருப்பம் போல அலைந்து திரிகின்றன. அவை மற்ற அணுக்களோடு சேர்கின்றன, பிறகு மறுபடியும் தமது பயணத்தைத் தொடர்கின்றன. ஆனால் இந்தத் தடையில்லாத இயக்கம் மின்சாரம் அல்ல. ஒரு வழிப் பாதையில் போகின்ற கார்களைப் போல சுதந்திரமான எலெக்ட்ரான்கள் அனைத்தும் ஒரே திசையில் செல்லத் தொடங்குகின்ற பொழுதுதான் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. கார்களை மக்கள் ஓட்டுகிறார்கள்; மின்சார இயந்திரவியல் ஜெனரேட்டரின் கம்பிகளில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களை காந்தங்கள் ஓட்டுகின்றன. அவை எல்லா எலெக்ட்ரான்களையும் ஒரே திசையில் செலுத்துகின்றன.

மின்சாரம் மக்களுடைய வாழ்க்கையில் உண்மையான புரட்சியை ஏற்படுத்தியிருக்கிறது.

தொழிற்சாலைகளில் நீராவி இயந்திரங்கள் அவசியமில்லாமற் போய்

விட்டன. அவற்றுக்கு பதிலாக மின்சார இஞ்சின்கள் உபயோகிக்கப் படுகின்றன. ஒரு மின்சார கம்பி சக்தியைத் தருகிறது, மின்சார இஞ்சின் அந்த சக்தியை இயக்கமாக மாற்றுகிறது. ஆனால் போக்கு வரத்துச் சாதனத்தைப் பொருத்தமட்டில் அது பெட்ரோல் இஞ் சினுடன் போட்டியிட முடியவில்லை என்பது உண்மையே. விமா னமோ அல்லது காரோ ஒரு மின்சாரக் கம்பியை தனக்குப் பின் னால் இழுத்துக் கொண்டு போக முடியாதல்லவா? ஆனால் பொதுப் போக்குவரத்துச் சாதனங்களுக்கு ஒரு தீர்வு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இரயில்வே இருப்புப் பாதைகளுக்கு மேலேயும் தெருக்களுக்கு மேலே யும் மின்சார கம்பிகள் அமைக்கப்பட்டன. இரயில் வண்டிகள், டிராம்கள் மற்றும் டிராலிவண்டிகளின் கூரைகளில் மின்சாரத்தைச் சேகரிக்கும் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டன. மின் ஜெனரேட்டரி லிருந்து கம்பிகள் வழியாக வருகின்ற மின்சாரத்தை, சேகரிக்கும் கருவி வாங்கி இஞ்சினுக்கு அனுப்புகிறது, இஞ்சின் வண்டியின் சக் கரங்களை இயக்குகிறது.

நம்முடைய அன்றாட வாழ்க்கையை மின்சாரம் எப்படி மாற்றி யிருக்கிறது என்பதைப் பற்றி எழுத வேண்டுமா? மின்சார விளக்கு இல்லாமல் நாம் வாழ்க்கை நடத்த முடியுமா? அல்லது வானொலி, தொலைக்காட்சிப் பெட்டி, இஸ்திரிப் பெட்டி, லிஃப்ட், தொலைபேசி முதலியன நமக்குச் செய்கின்ற உதவி சிறிதா? அவை இல்லாமல் நாம் வாழ முடியும் என்பது உண்மையே. ஆனால் வாழ்க்கை மிகவும் துன்பமானதாகவும் அலுப்பூட்டுவதாகவும் அல்ல வா இருக்கும். அந்த வாழ்க்கையில் சினிமா இருக்காது, வானொலிப் பெட்டி இருக்காது.

சினிமாக்காட்சி அவ்வளவு முக்கியமானதல்ல என்பது உண்மையே. நம் தொழில்துறைக்கு அவசியமாகவுள்ள சக்தியின் முக்கிய வடிவம் மின்சாரமே.

முதல் முறை எரிபொருளை அடிப்படையாகக் கொண்டிருக்கிறது. இது மிக முக்கியமான முறை. இரண்டாவது நீர் மின்சார முறை. அணுசக்தி முறை மூன்றாவது இடத்தைப் பெறுகிறது.

எப்பொழுதும் இதே நிலைதான் நீடிக்கும் என்று நீங்கள் முடிவு செய்யக் கூடாது. இருபது அல்லது முப்பது வருடங்களில் இந்த நிலை மாறிவிடும் என்பது உறுதி. அப்பொழுது அணுசக்தி நிலை யங்கள் மொத்த மின்சாரத்தில் பாதியை உற்பத்தி செய்யும். மக்கள் எரிபொருளைச் சேமிப்பார்கள். அது இப்பொழுதுகூட பற்றாக் குறையாகவே இருக்கிறது. பிறகு அனல் மின்சார நிலையங்கள் அபூர்வமான காட்சிப் பொருளாக மாறிவிடும். இன்று நீராவி இரயில் இஞ்சின்கள் காட்சிப் பொருளாக இருக்கின்ற மாதிரிதான்.

மின்சார நிலையங்களிலிருந்து மின்சாரம் ஆற்றைப் போல ஓடி வருகிறது. ஆறுகளைப் போல அதற்குப் பிறப்பிடம் (மின்சார ஜெனரேட்டர்) மற்றும் படுகை (மின்சார கம்பி) இருக்கின்றன. ஆற்றுத் தண்ணீரைப் போல மின்சாரமும் சக்தியைக் கொண்டிருக்

கிறது, மில்கள், தொழிற்சாலைகள் மற்றும் எல்லாவகையான இயந்திரங்களை இயங்கச் செய்கிறது... ஆயிரக் கணக்கான சிறு நீரோட்டங்கள் ஒரு ஆற்றில் கலக்கின்றன. ஆனால் மின்னோட்டம் அதற்கு மாறாக, ஆறுகள், நீரோட்டங்கள், கால்வாய்கள் என்று பிரிக்கப்படுகிறது. மின்சார நிலையத்திலிருந்து முதலில் சக்திமிகுந்த முழு ஓட்டம் வெளிவந்து டிரான்ஸ்மிட்டர்களை அடைகிறது. நகரங்களுக்கு வெளியிலும் காடுகளிலும் வயல்களிலும் இத்தகைய உயரமான கம்பங்களின் மீது கம்பிகள் செல்வதை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். இந்த மின்னோட்டம் உப-நிலையங்களில் பிரிக்கப்பட்டு ஒரு பகுதி நகரத்துக்கும், எஞ்சியவை சிற்றூர்களுக்கும் கிராமங்களுக்கும் அனுப்பிவைக்கப்படுகிறது. நகரங்களுக்கு ஒதுக்கப்பட்ட மின்சாரம் மாவட்டங்களின் தேவைக்குத் தகுந்தவாறு பிரிக்கப்படுகிறது, பிறகு அது தொழிற்சாலைகள், சாலைகள் ஆகிய கணக்கின்படி பிரிக்கப்படுகிறது. இப்படியே ஒவ்வொரு தொழிற்சாலை, இஞ்சின், தொலைபேசிப் பெட்டி, மேசை விளக்கு வரையிலும் பிரிக்கப்படுகிறது. இந்தப் பிரயாணத்தின் முடிவில் திரைப்பட அரங்கத்தில் சினிமாவாக அதாவது ஒளியாக மாற்றப்படுகிறது; துளையிடும் பொறி முனையின் இயக்கமாக மாற்றப்படுகிறது; மின்சார அடுப்பு அல்லது உருக்குலையின் வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது.

மின்சாரம் நம்முடைய வாழ்க்கையை மிகவும் மேம்படுத்துகிறது; ஆனால் அதற்கு எதிர்மறையான அம்சங்களும் உண்டு. முதலாவதாக, அதைச் சுலபமாக உற்பத்தி செய்ய முடியாது. ''சங்கிலிகள்'' மிகவும் நீளம், அதிலும் அனல் மின்சார முறைக்கு இது முற்றிலும் உண்மை.

சக்தி மின்சாரமாக மாறுவதற்கு முன்பு தன்னுடைய வடிவத்தைப் பன்முறை மாற்றிக் கொள்ள வேண்டும்! முதலில் எரிபொருள் எரிக்கப்பட்டு வெப்பத்தை வெளிவிடுகிறது. பின்னர் மாபெரும் கொதிகலங்களில் தண்ணீர் கொதிக்கவைக்கப்பட்டு நீராவியாக மாற்றப்படுகிறது. நீராவியின் அழுத்தச் சக்தி இயக்கமாக மாற்றப்படுகிறது. அதன் பிறகே நமக்கு மின்சாரம் கிடைக்கிறது. இந்த நிகழ்ச்சிப் போக்கு நூறு வருடங்களுக்கு முன்பு இருந்ததைப் போலவே இன்றும் நீடிக்கிறது. இந்த நிகழ்வின்போது ஏராளமான சக்தி வீணாக்கப்படுகிறது. இது மனிதகுலத்துக்கும் இயற்கைக்கும் மாபெரும் இழப்பாகும். மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கின்ற நிகழ்வின்போது இரண்டு டன்கள் எரிபொருளில் ஒரு டன் வீணாகிவிடுகிறது. அனல் இயந்திரங்களை அபிவிருத்தி செய்ய முடியாது. ஆகவே இவற்றை ''சங்கிலிகளிலிருந்து'' அகற்றிவிட வேண்டுமென்று விஞ்ஞானிகளும் பொறியியலாளர்களும் முடிவு செய்திருக்கிறார்கள். வெப்பம் நேரடியாக மின்சாரமாக மாற்றப்பட வேண்டும். அதற்குப் புதிய இயந்திரங்கள், காந்த நீர் இயக்க ஜெனரேட்டர்கள் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இங்கே ''நீர்'' என்ற சொல் இடம் பெற்றிருந்தாலும் அதில் தண்ணீர் உபயோகிக்கப்படவில்லை. பிளாஸ்மா என்ற வெண்

சூடான வாயு மட்டுமே உண்டு. அது மின்னூட்டமுள்ள ஏராள மான துகள்களைக் கொண்டது என்பது நமக்கு ஏற்கெனவே தெரியும். இந்த வாயு காந்தங்களுக்கு இடையில் செலுத்தப்படுகிறது, அவை துகள்களைப் பிரிக்கின்றன. பாசிட்டிவ் (+) துகள்கள் ஒரு பக்கத்திலும் நெகடிவ் (—) துகள்கள் மறு பக்கத்திலும் செல்கின்றன. துகள்கள் இரண்டு வட்டத்தகடுகளில் சேகரிக்கப்படுகின்றன. இந்த வட்டத்தகடுகளை ஒரு கம்பியின் மூலம் இணைத்தால், அதன் வழியாக மின்னோட்டம் ஏற்படும். மற்றவை வழக்கம் போல நடைபெறும்.

ஆனால் நடைமுறையில் செய்கின்றபொழுது விஷயம் இவ்வளவு சுலபமாக இருக்கவில்லை. மாபெரும் அளவில் வாயுவைப் பிளாஸ்மாவாக மாற்றுவது கடினம். அதற்கு மிக அதிகமான வெப்ப நிலையும் ஏராளமான எரிபொருளும் அவசியம். இந்த அளவுக்கு அதிகமான வெப்பத்தில் இயந்திர உறுப்புக்கள் சேதமடைந்து விடலாம். இவற்றைத் தவிர வேறு சிக்கல்களும் உண்டு. அதனால் தான் இத்தகைய உற்பத்தி நிலையங்கள் ஒரு சிலவே இருக்கின்றன.

இரண்டாவதாக, மின்சாரத்தை ஓரிடத்திலிருந்து வேறு இடத்துக்கு எடுத்துச் செல்வதில் சிரமங்கள் இருக்கின்றன. இன்று மின்னோட்டம் கம்பிகளின் வழியாக எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இதில் மின்சக்தி இழப்பு ஏற்படுகிறது, கம்பிகள் அதிகமான இடத்தை எடுத்துக்கொள்கின்றன, பணச் செலவும் அதிகம். மேலும் குறுகலான தெருவில் போக்குவரத்து குறைவாகவே இருப்பதைப் போல ஒரே சமயத்தில் இக் கம்பிகளின் மூலம் நடைபெறுகின்ற மின்னோட்டப் ''போக்குவரத்தின்'' அளவு குறைவாகவே இருக்கிறது. நமக்குத் தேவையான சக்தியின் அளவு அதிகரிக்கும் பொழுது புதிய கம்பி அமைப்புகளைப் பேரளவில் அமைப்பது அவசியமாகும்.

பொறியியலாளர்கள் ஒரு புதிய முறையைச் சிபாரிசு செய்கிறார்கள். ''உறைந்திருக்கும்'' சக்தியை அனுப்புவதே அந்தப் புதிய முறை. சில பொருள்கள் உறைந்திருக்கின்ற நிலையில் சக்தியை அனுப்பினால் அது வீணாவதில்லை. ஒரு மெல்லிய, உறைந்திருக்கும் கம்பி மரக்கட்டையைப் போலப் பெரியதாக இருக்கின்ற கேபிளில் அனுப்பக் கூடிய அதே அளவு சக்தியை அனுப்பிவைக்கிறது. அப்படியானால் மாபெரும் வலைப் பின்னல்களைக் கொண்ட கம்பி அமைப்புகள் எதிர்காலத்தில் அவசியமில்லை என்பது இதன் பொருளாகும். விலையுயர்ந்த செம்பு உலோகம் சேமிக்கப்படும், அதிகமான மின்சாரத்தைப் பெறுவார்கள். தந்திக் கம்பங்களைச் சுற்றி அதிகமான இடம் இப்பொழுது அவசியமாக இருக்கிறது. இனி அந்த அவசியம் இருக்காது. அவை விவசாயத்துக்குப் பயன்படும்.

கம்பிகள் ஹீலியம் என்ற திரவ வாயுவைக் கொண்டு உறைய வைக்கப்படுகின்றன. கம்பி உலோகக் குழாய்க்குள் அடைக்கப்பட்டு அதற்குள் ஹீலியம் செலுத்தப்படுகிறது. இன்று நம்முடைய மின்சார ''ஆறுகள்'' ஆகாயத்தில் செல்கின்றன. சீக்கிரத்தில் இவற்

றுக்கு பதிலாகப் பாதாள ''ஆறுகள்'' ஏற்படக் கூடும்.

நம் புத்தகம் முடிந்துவிட்டது. நம்மால் எல்லாவற்றைப் பற்றியும் எழுத முடியவில்லை என்பதை ஒத்துக் கொள்கிறோம். ஆனால் நம்முடைய நோக்கம் அதுவல்ல. மேலும் இது சிறு புத்தகம். இங்கே குறிப்பிடப்பட்ட சிக்கலான விஷயங்களைப் பற்றி விஞ்ஞான நூல் களில் இன்னும் விரிவாக எழுதப்பட்டிருக்கும்.

இன்று மனிதகுலத்துக்கு மிக முக்கியமான சக்தியியல் என்ற உலகத்தை இளம் வாசகர்களுக்குச் சுருக்கமாக அறிமுகப்படுத்துவதே நமது நோக்கம்.

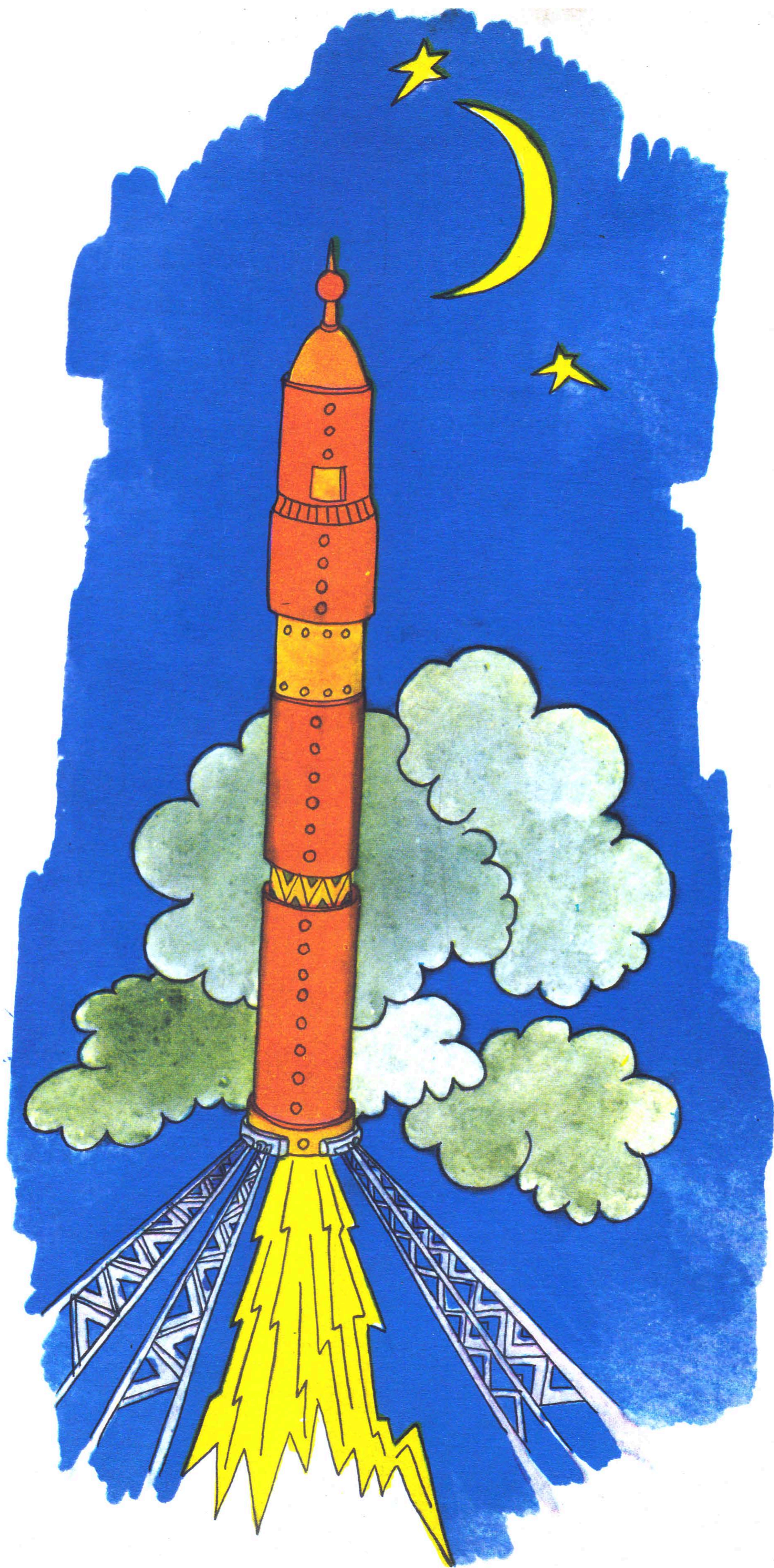


வாசக நண்பர்களுக்கு

இந்தப் புத்தகத்தைப் பற்றியும் இதன் தயாரிப்பைப் பற்றியும் தங்கள் கருத்தையும் அடுத்துவரும் வெளியீடு கள் சம்பந்தமாகத் தங்கள் ஆலோசனைகளையும் ராதுகா பதிப்பகம் மகிழ்ச்சியுடன் வரவேற்கிறது.

கடிதங்களைத் தயை செய்து Raduga Publishers, 17, Zubovsky Boulevard, Moscow, USSR என்ற முகவரிக்கு அனுப்புங்கள்.











ராதுகா பதிப்பகம்
மாஸ்கோ